T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

ÜÇ BOYUTLU YÜZEY MODELLEME

Ankara, 2018

- Bu bireysel öğrenme materyali, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan çerçeve öğretim programlarında yer alan kazanımların gerçekleştirilmesine yönelik öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iv
GİRİŞ 2
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 4
1. ÜÇ BOYUTLU YÜZEY OLUŞTURMA 4
1.1. Kullanıcı Hesabı ve Kurulum 5
1.2. Yükseklik Vererek Yüzey Oluşturma (Extruded Surface) 5
1.3. Döndürerek Yüzey Oluşturma (Revolve) 9
1.4. Yol Kullanarak Yüzey Oluşturma (Sweep) 11
1.4.1. Yolu Dikey Takip Etme (Perpendicular) 12
1.4.2. Yolu Paralel Takip Etme (Parallel) 13
1.4.3. Kılavuz Ray ve Yol Takip Ederek Yüzey Oluşturma (Path+Guide Rail) 14
1.5. Birden Fazla Kesit Arasına Yüzey Oluşturma (Loft) 16
1.6. Düzlemsel Yüzey Oluşturma (Patch) 20
1.6.1. Patch ile Yüzey Örme 21
1.6.2. Curvature Analysis 22
1.6.3. Zebra Analysis 22
1.6.4. Draft Analysis 23
1.6.5. Curvature Map Analysis 23
1.7. Yüzey Öteleme (Offset) 24
1.8. Yüzeye Kalınlık Verme (Thicken) 25
1.9. Üç Boyutlu Yüzey Düzenleme Komutları 25
1.9.1. Süpürerek Yüzey Oluşturma (Sweep) 25
1.9.2. Kavis Yüzey (Fillet) 26
1.9.3. Yüzey Silme (Delete Face) 28
1.9.4. Yüzey Kırpma (Trim) 29
1.9.5. Yüzey Uzatma (Extend) 29
1.9.6. Stitch (Yüzeyi Dikme) 30
1.9.7. Unstitch (Yüzeyleri Ayırma) 31
1.9.8. Reverse Normal (Yüzeyin Pozitif Yönünü Döndürme) 32
1.9.9. Ölçeklendirme (Scale) 32
1.9.10. Split (İz düşür-böl) 33
1.9.11. Gövdeye İz Düşürme (Split Bodies) 35
1.9.12. Hizalama (Align) 36
1.9.13. Referans Noktaları Boyunca Eğri Eklemek 37
UYGULAMA FAALİYETİ 38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 45
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 47
2.CAD / CAM PROGRAMLARI ARASINDA VERİ DÖNÜŞÜMLERİ 47
2.1. Veri (Data) Dönüşümün Gerekliliği 47
2.2. DXF (*.dxf) Dosya Uzantısı ve Özellikleri 48
2.3. IGES (*.iges, *.igs, *.ige) Dosya Uzantısı ve Özellikleri 48
2.4. STEP (*.step, *.stp, *.ste) Dosya Uzantısı ve Özellikleri 48
2.5. ACIS SAT (*.sat, *.sab) Dosya Uzantısı ve Özellikleri 49
2.6. STL (*.stl) Dosya Uzantısı ve Özellikleri 49

UYGULAMA FAALİYETİ 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 51
MODÜL DEĞERLENDİRME 52
CEVAP ANAHTARLARI 53
KAYNAKÇA 54

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL	**Bilgisayarlı Makine İmalatı**
MODÜLÜN ADI	**Üç Boyutlu Yüzey Modelleme**
MODÜLÜN TANIMI	Bilgisayar ortamında, CAD programları ile imalatı yapılacak parçaların yüzeyler şeklinde modellemesi ve üç boyutlu katı model olarak modellemesi zor olan parçaların, yüzeylerden yararlanılarak daha pratik olarak modellemesi ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Üç Boyutlu Yüzey Modelleme materyalini almak için iki boyutlu CAD dersinin materyallerini ve Üç Boyutlu Katı Modelleme materyalini almış olmak.
YETERLİK	Bilgisayarda üç boyutlu yüzey modelleme yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu materyal ile uygun ortam ve araç gereçler sağlandığında bilgisayarda üç boyutlu yüzey modelleme yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Bilgisayarda üç boyutta yüzey oluşturabileceksiniz. 2. Bilgisayarda CAD programları arasında dönüşüm yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** CAD laboratuvarı (bilgisayar laboratuvarı). **Donanım:** CAD çizim programı, çizilmiş resimler, CAD ders kitapları, projeksiyon, tepegöz, örnek modeller, çeşitli ölçme ve kontrol aletleri.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bireysel öğrenme materyali içinde yer alan ve her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrencimiz,

Ülkemizde makine alanında sanayileşmeye yönelik gelişmelerin temelini CAD/CAM sistemlerinin oluşturduğunu söyleyebiliriz. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) sayesinde makine tasarım ve resimlendirme süreleri oldukça kısaltılmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımın öneminin her geçen gün arttığı ve bu alanda yazılmış programların sürekli olarak yenilendiği günümüzde bu konulara kayıtsız kalmak mümkün değildir.

Hızla ilerleyen ekonomik gelişmeler ve endüstriyel ilişkiler, iş dünyasında uzman personel istihdamını etkin hâle getirmiştir. İşletmeler her seviyede eğitilmiş personele ihtiyaç duymaktadır. Üretim sektöründe de sadece CAD/CAM sistemlerinin olması yeterli değildir. Bu sistemleri verimli kullanacak kalifiye elemana da ihtiyaç en az bu sistemler kadar önemlidir.

Materyalin amacı, sizlere, uygun ortam ve araç gereçler sağlandığında CAD programlarını kullanarak bilgisayarda üç boyutlu yüzey modelleme yapabilme yeterliğini kazandırmaktır. Bu materyalin hazırlanmasında üç boyutlu çizim programı kullanılmıştır.

Bu materyalin sonunda, CAD programlarını kullanarak üç boyutlu yüzey modelleme yeteneğine sahip olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, gerekli ortam sağlandığında, CAD programlarında yüzey modelleme işlemlerinin nasıl yapıldığını, üç boyutta yüzey modelleme işlemlerinin model oluşturmada sağladığı avantajları öğreneceksiniz.

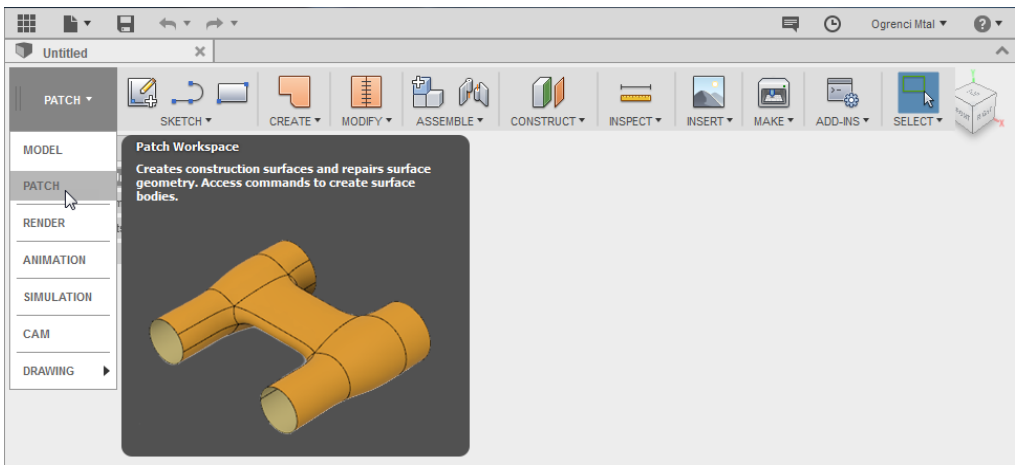
ARAŞTIRMA

- Yüzey modelleme hakkında araştırma yapınız.
- Üç boyutlu yüzey modelleme yapabilmek için hangi programların kullanıldığını araştırınız.
- Üç boyutlu yüzey modellemenin kullanım alanlarını araştırınız.

1. ÜÇ BOYUTLU YÜZEY OLUŞTURMA

Fotoğraf 1.1: PATCH komut menüsü

Katı modelleme yöntemi ile oluşturulması zor olan ya da oluşturulamayan şekiller yüzey modelleme yöntemi ile kolayca oluşturulabilir. Yüzey modelleme komutlarına çalışma ortamlarından **PATCH** seçimi yapılarak ulaşılabilir.



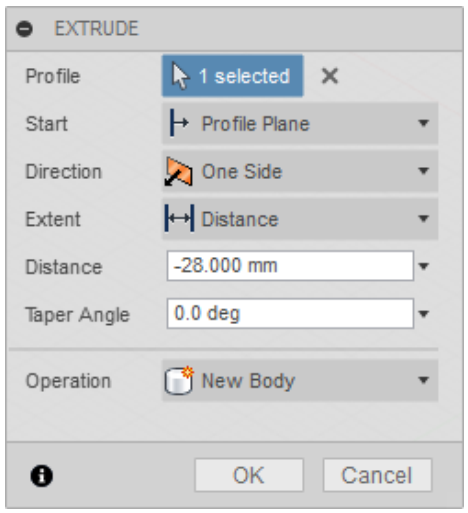
Fotoğraf 1.2: PATCH çalışma ortamını seçmek

1.1. Kullanıcı Hesabı ve Kurulum

Fusion 360 programını çalıştırmak için öncelikle bir Autodesk eğitim hesabı açmak, programın ücretsiz eğitim lisansını edinmek ve programı indirerek bilgisayara kurmak gerekmektedir. Bu işlemler için www.tasarimveteknik.com/fusion360-kurulumu adresindeki çevrimiçi kılavuzdan yararlanılabilir.

1.2. Yükseklik Vererek Yüzey Oluşturma (Extruded Surface)

Ekstrüzyon ile yüzey model oluşturma da denir. Kapalı ya da kapalı olmayan profillere kalınlık vererek yüzey model oluşturmada kullanılır.



Profile: Sketch seçimi yapılır.

Profil Plane: Sketch'in bulunduğu düzlemden başlayarak yüzey oluşur.

Offset Plane: Verilen uzaklıktan yüzey oluşturur.

From object: Yüzey; gösterilen objeden başlayarak oluşur.

One Side: Tek yöne doğru extrude verilir.

Two Side: İki yönde ayrı boylarda extrude verilir.

Symmetric: Her iki yönde simetrik extrude verilir.

Distance: Kalınlık değeri

To Object: Objeye kadar kalınlık değeri

Intersect: Çakışmadan katı oluşturur.

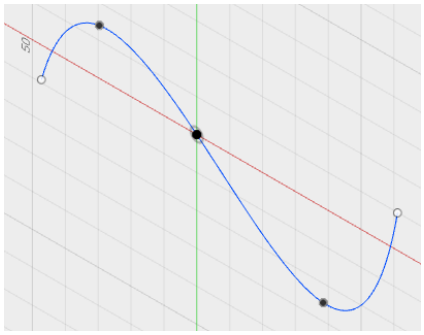
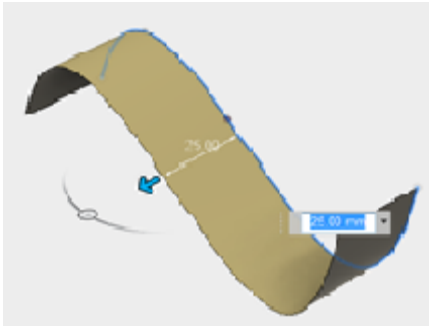
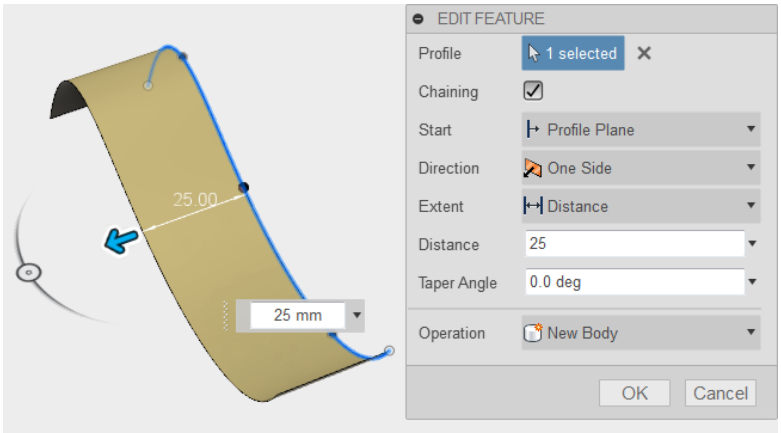
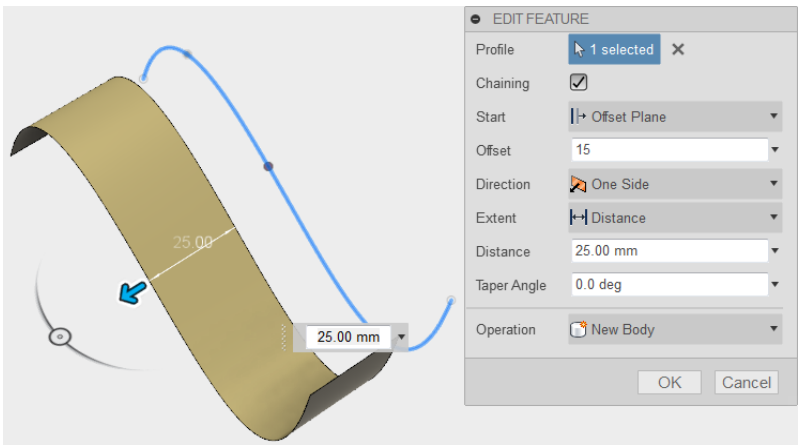
New Body: Gövde oluşturur.

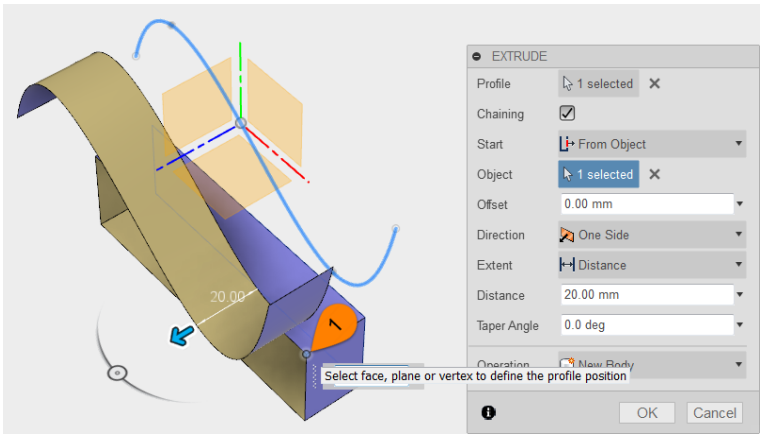
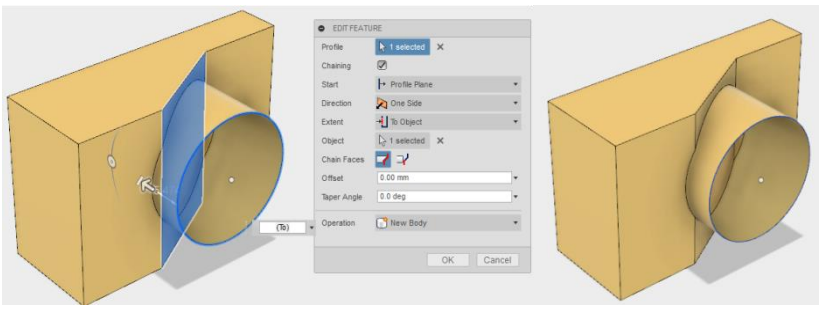
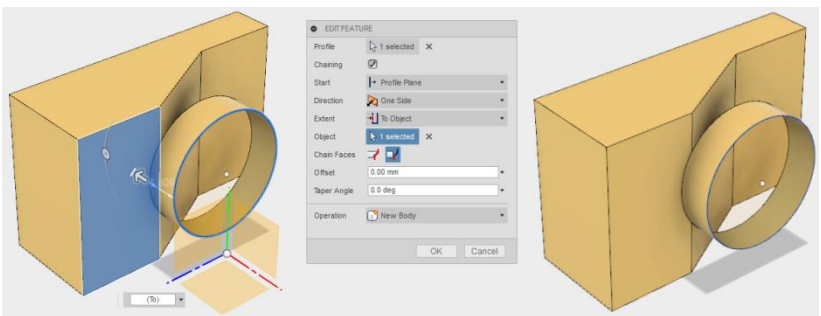
New Component: Parça oluşturur.

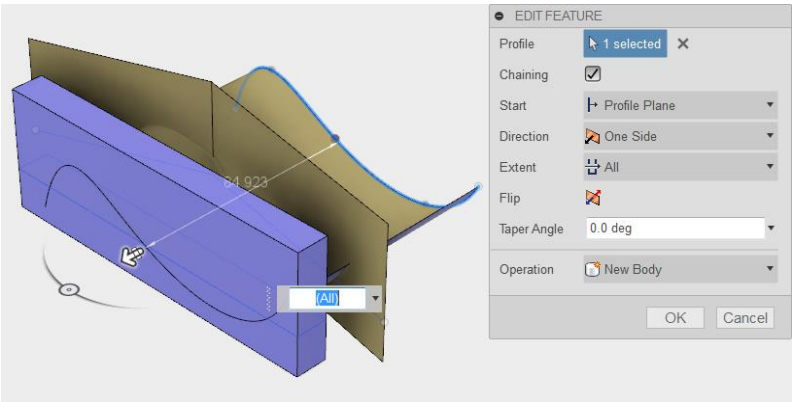
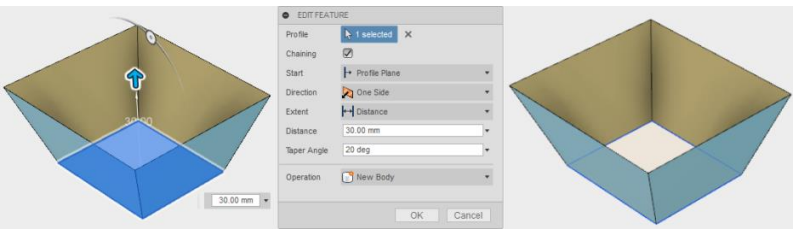
Fotoğraf 1.3: Extrude Menüsü

İşlem sırası şöyledir:

- Komut girilir. Ekrana **Extrude** diyalog kutusu gelir.
- Oluşturulacak cismin ayrıtları seçilir (**Chaining** seçimi kaldırılırsa nesnenin her ayrıtı tek tek seçilmelidir. Örnekte tekil bir nesne olan **spline** tek tıklama ile seçim gerçekleştirilmiştir)
- Alt komutlarla yapılabilecek işlemler tabloda sıralanmıştır.

İşlem Türü	İşlem Basamakları
Extrude **Eskize yükseklik vererek yüzey oluşturur.**	 
Profile plane Eskizin çizildiği düzlemden itibaren yükseklik verir.	
Offset plane Eskizin çizildiği düzlemden verilen ölçü kadar uzaktan yükseklik verir.	

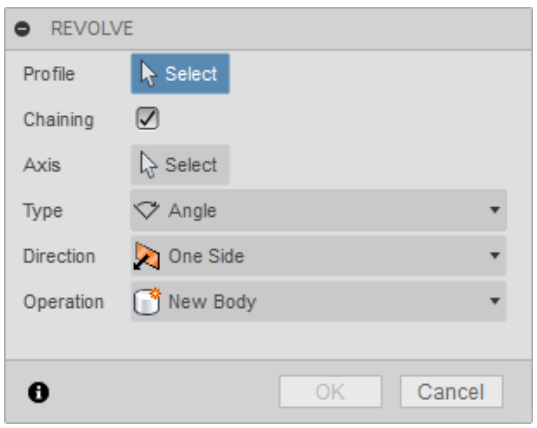
İşlem Türü	İşlem Basamakları
From object Bir objenin üzerindeki işaretlenecek ayrıt kadar ötelenerek yükseklik verir.	
To Object→Chain Faces Nesnenin yüzeyinden herhangi bir eleman seçildiğinde yüzeye kadar tüm detaylara değecek şekilde devam eder.	
To Object→Extend Faces Nesnenin yüzeyinden herhangi bir yüzey seçildiğinde, sadece seçilen yüzeye değecek şekilde devam eder.	

İşlem Türü	İşlem Basamakları
All Önündeki objelerin tümünü delip geçecek kadar ötelenerek yükseklik verilir. İşlem son objenin bitişine kadar devam eder.	
Taper Angle Ekstrüzyon işlemi açılı olarak yapılır. Pozitif değerler dışa, negatif değerler içe doğru açı verir.	

1.3. Döndürerek Yüzey Oluşturma (Revolve)

İki boyutlu nesnelerin bir eksen etrafında döndürülerek yüzey modeli oluşturmak amacıyla kullanıldığı komuttur. Katı modellemeden farkı oluşturulan nesnenin içinin boş olup kenarlarının sadece bir et kalınlığına sahip olmasıdır.

Yüzey oluşturulurken kullanılacak döndürme ekseni sürekli çizgi olabileceği gibi eksen çizgisi de olabilir. Fakat eksen çizgisi olması döndürme ekseninin otomatik seçilmesi anlamına gelmez. Yüzey oluşturmak için komutu seçmek ve sırasıyla kesiti ve döndürme eksenini seçmek gereklidir.

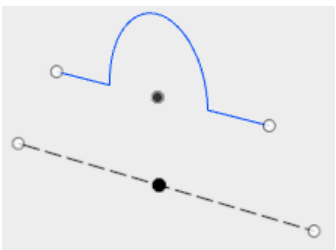
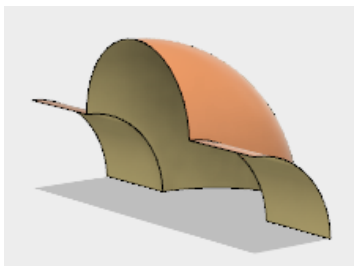
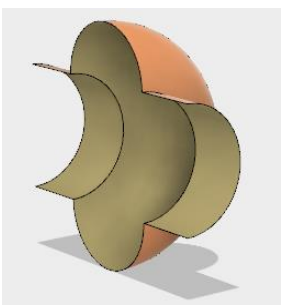


One Side: Tek yönde döndürme
Two Side: İki yönde ayrı boyda döndürme
Symmetric: Her iki yönde simetrik
Angle: Dönüş açısı
To: Objeye kadar kalınlık değeri
Full: Tam kapalı bir dönme hareketi verilebilir.
New Body: Gövde oluşturur.
New Component: Parça oluşturur.

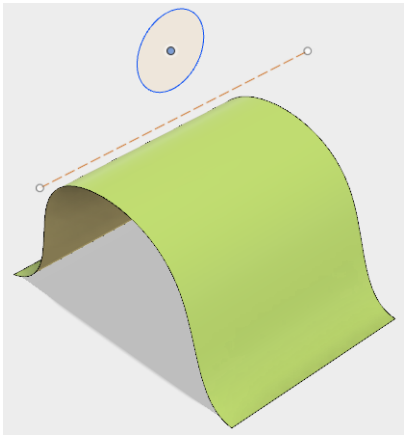
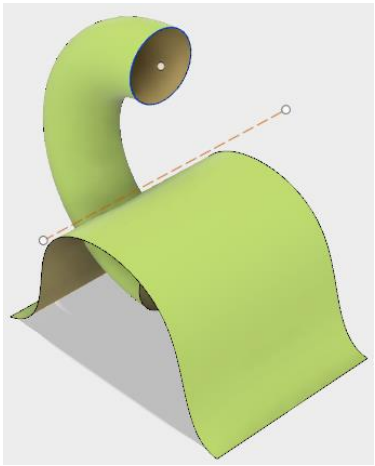
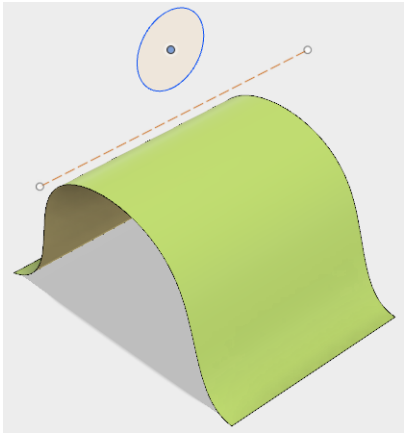
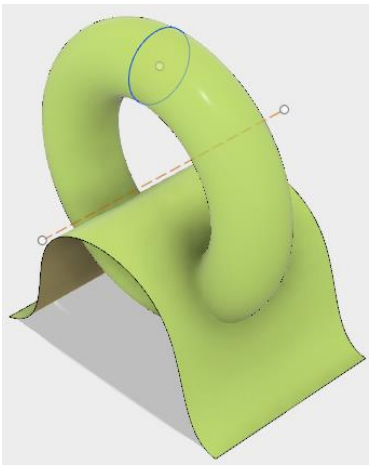
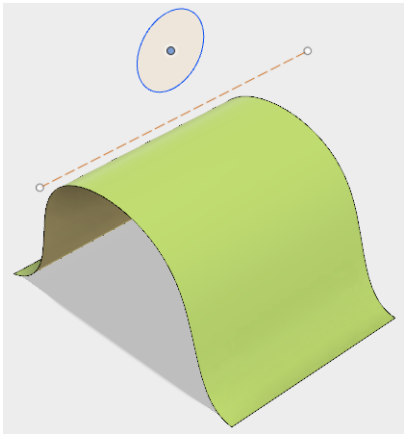
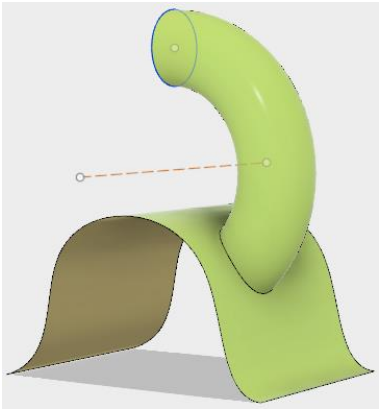
Fotoğraf 1.4 Revolve menüsü

Döndürerek yüzey oluşturmak için işlem sırası şöyledir:

- Yüzey oluşturulacak profil ve eksen çizgisi çizilir.
- **Revolve** komutu seçilir. Ekrana **Revolve** diyalog kutusu gelir.
- **Profile** seçiminden döndürülecek kesit seçilir.
- Döndürme ekseni **Axis** ile seçilir.
- Gerekli parametreler ayarlanıp **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

Döndürülecek Profil	90° Döndürülmüş	180° Döndürülmüş
		

Fotoğraf 1.5 Revolve komutu açısal örnekleri

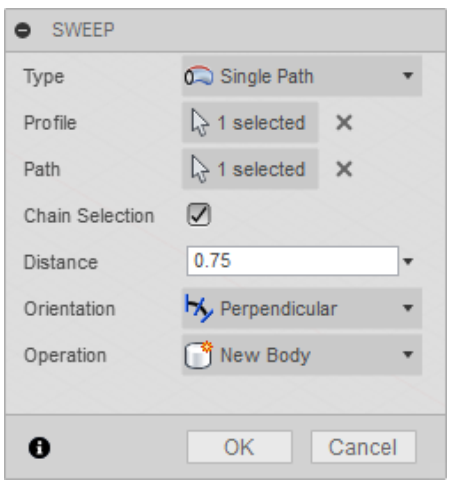
Yöntem	Döndürülecek Profil	Sonuç
Angle seçimi ile açı verilerek döndürme işlemi		
Full veya 360° açı verilerek döndürme işlemi		
To seçimi ile devam edeceği nesneye kadar yapılan döndürme işlemi		

1.4. Yol Kullanarak Yüzey Oluşturma (Sweep)

Seçilen kapalı bir geometrinin kapalı ya da açık bir yolu süpürerek yüzey model oluşturulması için kullanılan komuttur.

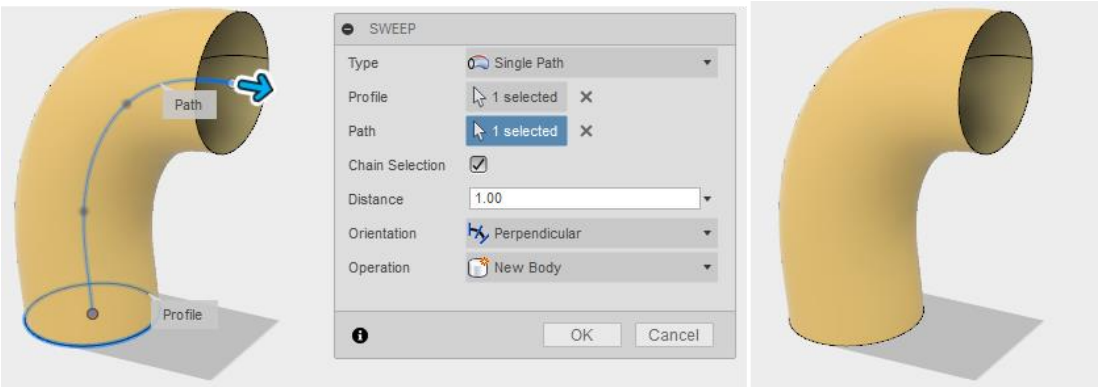
İşlem sırası şöyledir:

- Farklı **Sketch**'lerde önce süpürülecek profil ve sonra da yol çizilir.
- Sonra **Sweep** komutu seçilir. Ekrana **Sweep** diyalog kutusu gelir.
- Önce süpürülecek profil sonra da yol nesnesi seçilir.
- İhtiyaç varsa **Sweep** diyalog kutusunda gerekli parametre ayarları yapılır.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



- **Type/Single Path:** Bir yol seçilerek yüzey oluşturulur.
- **Type/Path+Guide Rail**: Bir yol ve yol boyunca ölçek oluşturacak kılavuz çizgisi seçilerek yüzey oluşturulur.
- **Profile:** Katıyı oluşturacak profil seçilir.
- **Path:** Profilin izleyeceği yol seçilir.
- **Guide Rail:** Yol boyunca profilin ölçeğini takip edeceği klavuz belirtilir.
- **Chain Selection:** Yol çizgisel parçalardan oluşuyorsa işaretli olması durumunda tüm çizgiler seçilir. Aksi durumda çizgiler tek tek seçilebilir.
- **Distance:** Oluşturulacak parçanın tam ve yarım ya da belirli bir oranda oluşturulmasını sağlar.
- **Oriantation:** Profilin yol buyunca yola dik mi yoksa profile paralel mi hareket edeceğini belirler.
- **Profile Scaling:** Yol boyunca ölçeklendirilmesini ya da ölçeksiz yapılmasını sağlar.
- **New Body:** Gövde oluşturur.
- **New Component:** Parça oluşturur.

Fotoğraf 1.6 Sweep menüsü



Fotoğraf 1.7: Sweep işlem sırası

Yüzey oluşturma işlemi sırasında dikkat edilecek hususlar:

- Önce süpürülecek nesne, sonrada takip edilecek yol seçilmelidir.
- Yol ve nesnenin ayrı ayrı sketch içinde çizilmiş olması gerekir.
- Nesne ile takip edeceği yol birbirine dik düzlemlerde olmamalıdır.
- Yol, süpürülecek nesne ile aynı hizada ya da daha geride olabilir.
- Yolu oluşturan nesne eksen çizgisi ile çizili olmamalıdır.
- Yol ile süpürülecek nesnenin kesişip kesişmemesi önemli değildir.

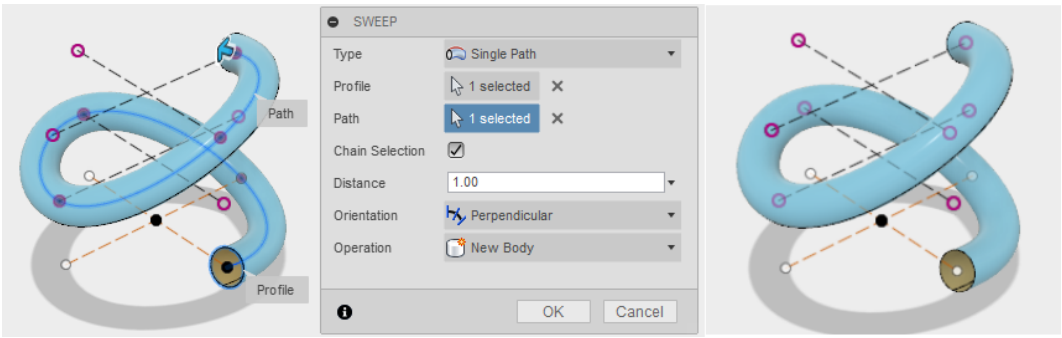
1.4.1. Yolu Dikey Takip Etme (Perpendicular)

En çok kullanılan **Sweep** yöntemidir. Kesitin yol ile olan açısını süpürme işlemi sonuna kadar korur.

İşlem sırası şöyledir:

- Bir sketch açılıp daire çizilir ve sketch kapatılır.
- İkinci bir sketch açılır yol olarak eğri çizilir ve sketch kapatılır.
- **Sweep** komutu ve buradan da **Perpendicular** parametresi seçilir.
- Önce daire(kesit) sonra da eğri(yol) seçilir. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

Yay ve vidalar için yapılan uygulamalarda bu yöntem seçilmelidir. Özellikle adım ve sarım çapı değişiklikleri söz konusu ise bu yöntem kullanılmalıdır. Özel bir durum yoksa yay ve vida çizimi için (model modunda) **Thread** ve **Coil** komutlarının kullanıldığını önceki materyallerde anlatılmıştı. Gerekiyorsa modelde çizilen nesneleri **Patch** ortamına geçirilerek düzenlenebilir ve yüzeyler elde edilebilir.



Fotoğraf 1.8: Sweep ile serbest formlu yay çizimi işlem sırası

Serbest formlu basma yayı çizimi örneği:

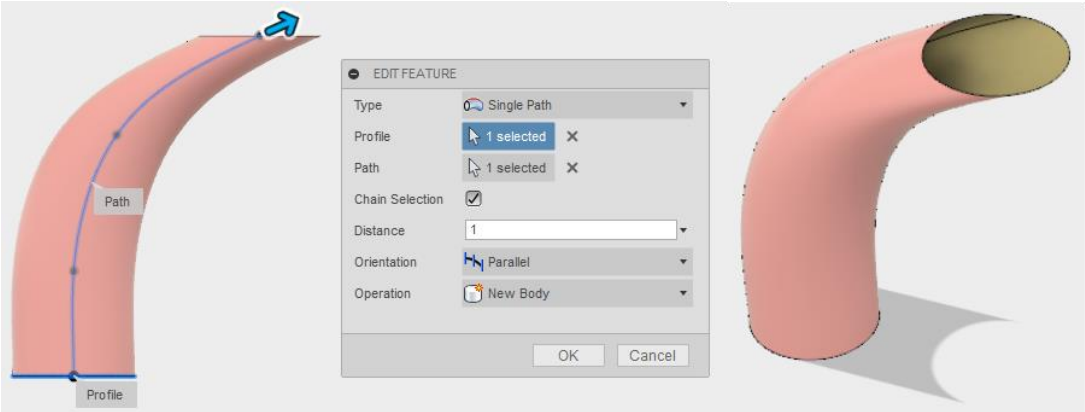
- Yatay düzlemde bir sketch açılıp belirlenen boyda artı oluşturulacak iki dik çizgi çizilir.
- Birbirine paralel plane düzlemi oluşturularak her birinde sketch açılır ve artı şeklindeki çizgi iz düşürülür.
- **Spline** komutu ile tabandan başlanarak çizgilerin uçlarına tıklanarak üç boyutlu **spline** çizilir.
- **Spline** çizgisinin ucuna dik bir plane oluşturulur.
- Plane üzerinde sketch açılarak spline çizgisinin ucuna kesiti oluşturacak daire çizilir.
- **Sweep** komutuna girilir. Burada **Perpendicular** aktiftir. Önce daire sonrada **spline** seçilir. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

1.4.2. Yolu Paralel Takip Etme (Parallel)

Yüzeyin uç kısmının açısı başlangıç konumuna paralel olarak devam eder.

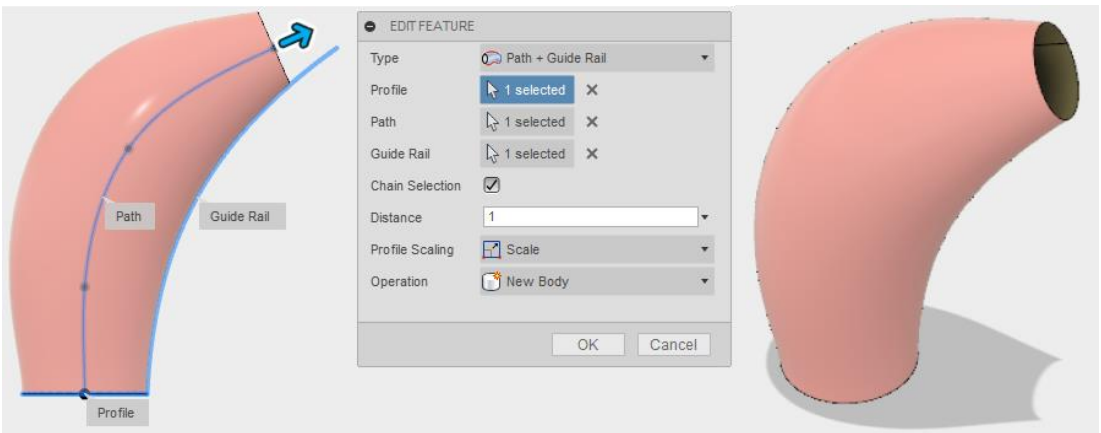
İşlem sırası şöyledir:

- Bir sketch açılıp daire çizilir sketch kapatılır.
- İkinci bir sketch açılır yol olarak eğri çizilir ve sketch kapatılır.
- **Sweep** komutu seçilir. **Orientation** kısmından **parallel** seçilir.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



Fotoğraf 1.9: Sweep→parallel seçimi ile işlem sırası

1.4.3. Kılavuz Ray ve Yol Takip Ederek Yüzey Oluşturma (Path+Guide Rail)

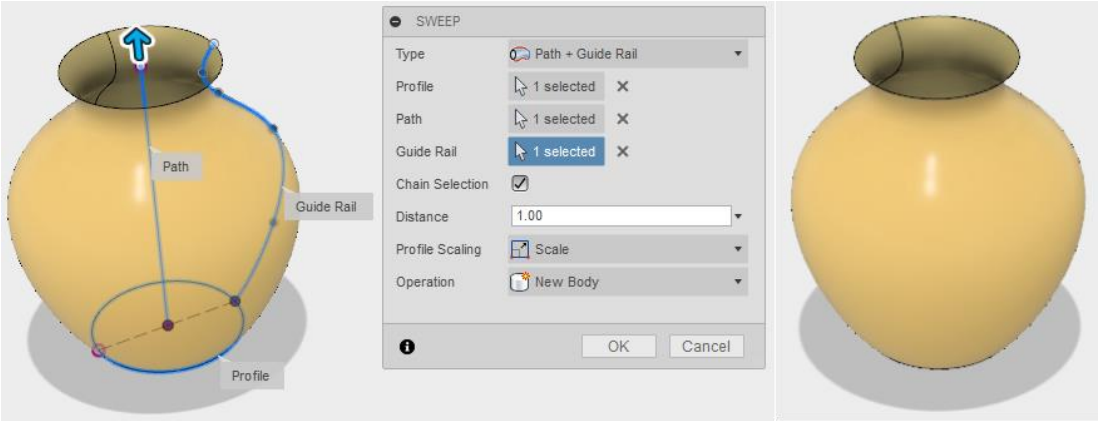


Fotoğraf 1.10: Klavuz ray ve yol takip ederek yüzey oluşturmak (path+guide rail)

Nesne yolu takip ederken bir başka düzlemde oluşturulmuş başka bir eğrinin de yolunu takip eder. Dolayısı ile biri nesneye dik diğeri eğri olan iki adet yol vardır.

İşlem sırası şöyledir:

- Üç farklı sketch açılarak tabanı oluşturan daire, yüksekliği oluşturan doğru, vazonun dış formunu oluşturan **spline** çizilir.
- **Sweep** komutuna girilir. Önce **path+guide rail** seçimi yapılır.
- Tabanı oluşturan daire ile profil seçimi yapılır.



Fotoğraf 1.11: Klavuz ray ve yol takip ederek vazo çizmek

- **Path** olarak yüksekliği oluşturan doğru seçilir
- **Guide Rail** için dış formu oluşturacak **Spline** seçimi yapılır.
- **OK** butonuna tıklanarak vazo oluşturulur.

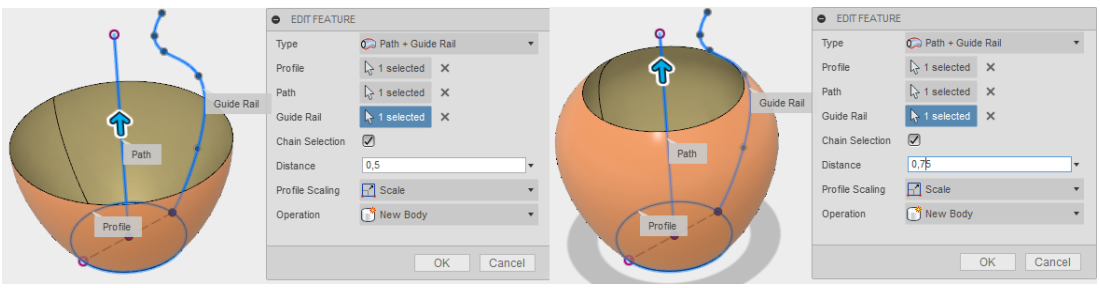
1.4.3.1. Scale Komutu ile Bölümler Hâlinde Yüzey Oluşturma

Scale seçimi yapıldığında hemen üst kısmında Distance seçimi açılır. Burada nesnenin bir bütün olduğu düşünülmeli ve bir ölçek verilerek nesne boyutlandırılmalıdır.

İşlem sırası şöyledir:

Sweep uygulaması daha önce anlatıldığı gibi yapılır.

- Ölçek değeri girilir ve **OK** tuşuna basılarak nesne oluşturulur



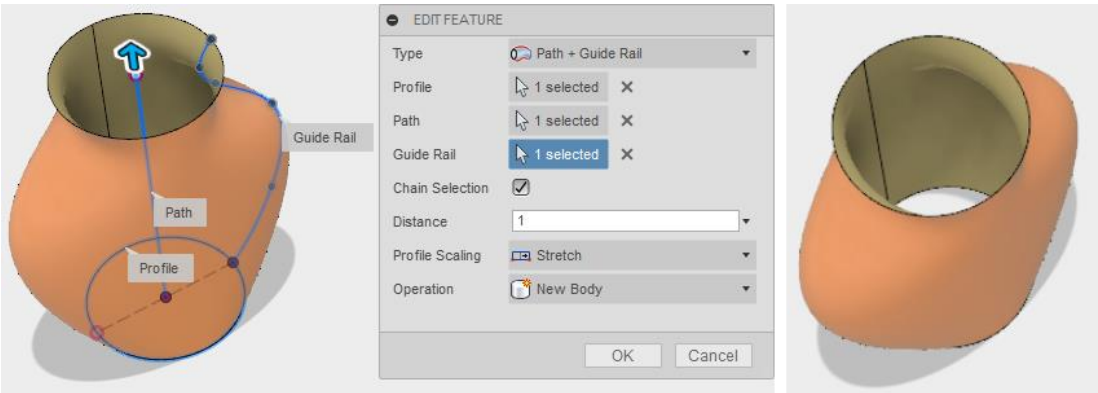
Fotoğraf 1.12: Scale komutu ile yarım ve çeyreği eksik vazo çizmek

1.4.3.2. Stretch Komutu ile Basık/Sündürülmüş Yüzey Oluşturma

Yüzeyleri oluştururken **Stretch** seçimi ile sadece bir yönde (ray yönü) nesnenin yüzeyi sündürülerek nesne oluşturulur.

İşlem sırası şöyledir:

- **Sweep** uygulaması daha önce anlatıldığı gibi yapılır.
- **Stretch** seçimi yapılır.
- Gerekiyorsa bir önceki konudaki gibi ölçek değeri (burada 1 olarak değer verildi) girilir ve **OK** tuşuna basılarak nesne oluşturulur.



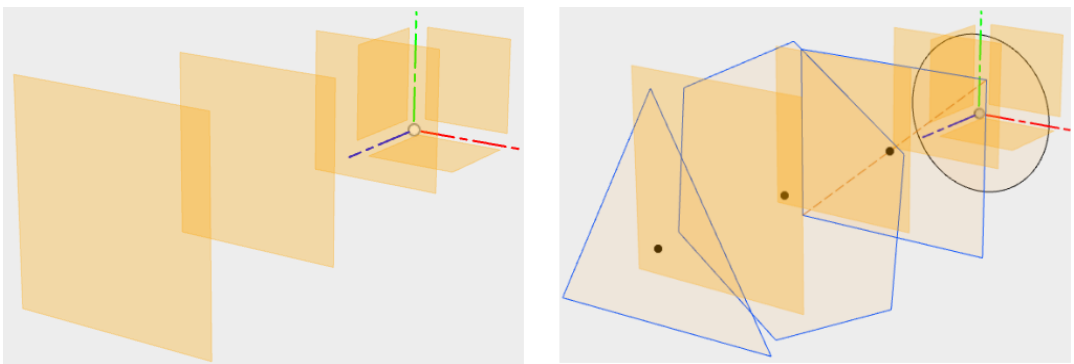
Fotoğraf 1.13: Stretch komutu ile bir yönde sündürülmüş vazo çizmek

1.5. Birden Fazla Kesit Arasına Yüzey Oluşturma (Loft)

Farklı düzlemlerde ve farklı sketchlerde çizilmiş profiller arasına malzeme atayarak yumuşak geçişli yüzeyler oluşturur. Çizilen profillerin kapalı olmasına gerek yoktur. Çoklu kesitlerde geçişler yaratarak yüzey oluşturabilmek için kesitlerin farklı düzlemlerde çizilmiş olması gerekir.

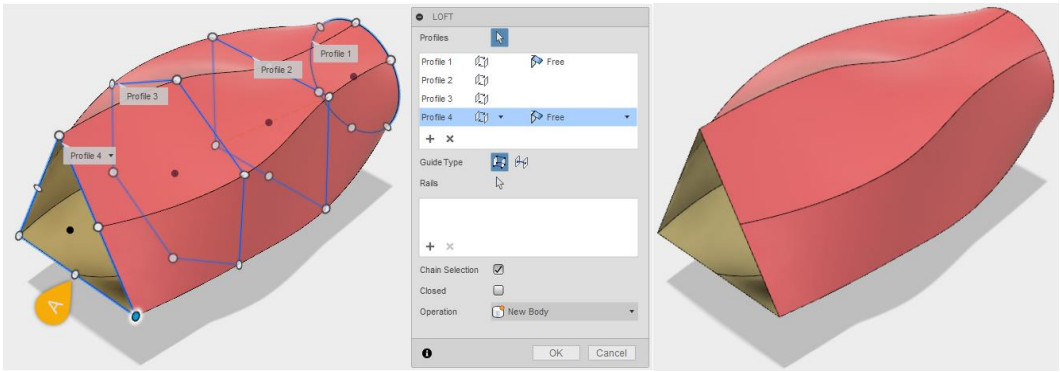
İşlem sırası şöyledir:

- **Construct→Offset Plane** komutu ile birbirinden farklı mesafelerde düzlemler oluşturulur.
- Her düzleme ayrı ayrı sketch açılarak profiller çizilir.



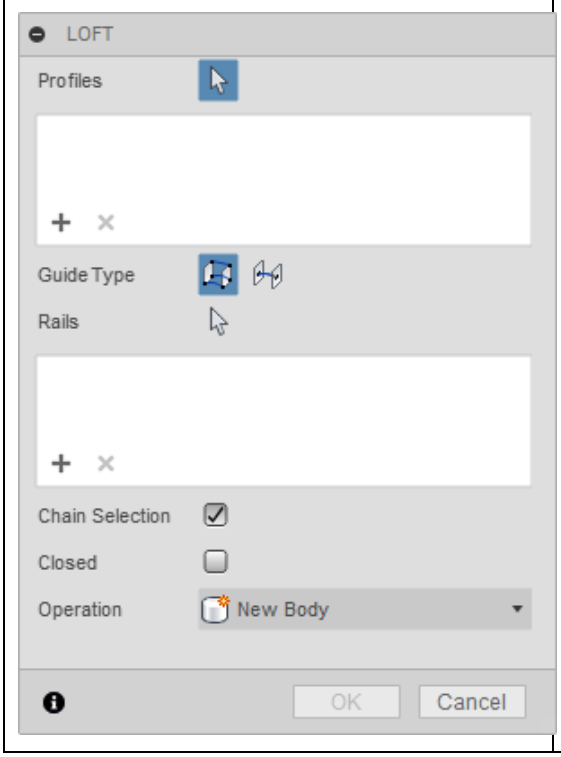
Fotoğraf 1.14: Loft komutu için düzlemlerin atanması ve sketch oluşturulması

- **Loft** komutuna girilip sırası ile profiller seçilir. Profillerin seçim sırasına dikkat edilmelidir. Seçim sırası yanlış olursa istenilen yüzey elde edilemez.



Fotoğraf 1.15: Loft komutu ile yüzeyin elde edilmesi

Sırasıyla seçim işlemi yapıldıktan sonra ayarlar (gerekiyorsa) yapılır ve **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır. Yüzeyi oluşturan kesitlerden en fazla köşeye sahip kesit kaynak olacak şekilde kenar çizgileri oluşturulur. Bu kenar çizgilerinin ucunda tutma noktaları bulunur. Bu noktalara basılı tutularak yerleri değiştirilebilir. İstenirse bu özellik kullanılıp eğrisel formlu yüzeyler ayarlanabilir.



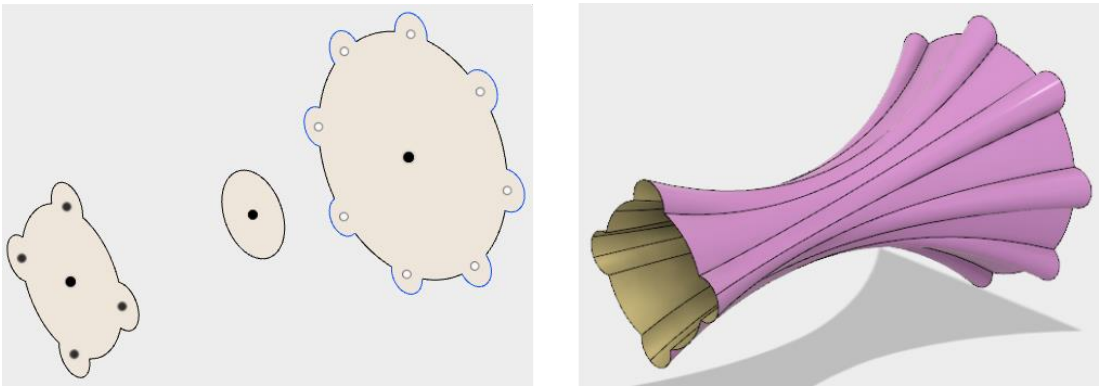
- **Profiles:** Seçilen profiller burada listelenir.
- **Guide Type:** Seçilen ray/yol boyunca düzlem ölçeklenerek oluşturulur.
- **Rails:** Seçilen yollar listelenir**.**
- **Centerline**: Gösterilen bir merkez doğrusuna göre yüzey oluşturulur.
- **Chain Selection:** Sketch kenar çizgilerinin çoklu olarak seçilebilmesi sağlanır.
- **Closed:** Kapalı bir çatı/uç oluşturmak için ilk ve son profilleri bağlamayı etkinleştirir
- **Operation:** Oluşturma biçimini belirler.

Fotoğraf 1.16: Loft komut penceresi

Uygulama örneği:

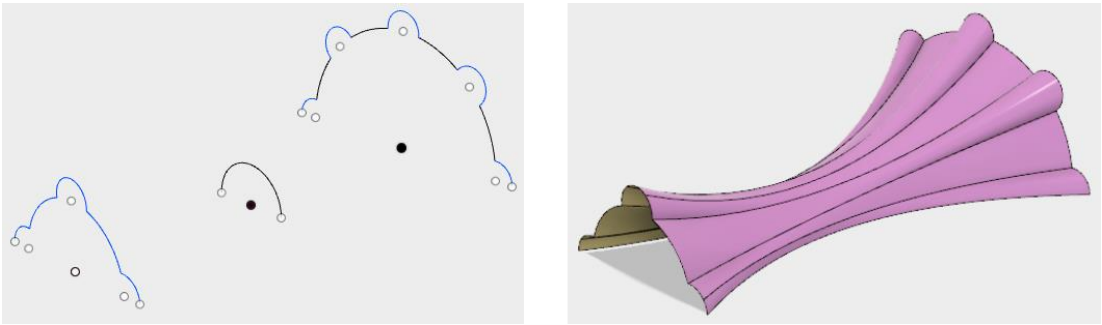
- **XY** Plane düzlemi seçilir. **Offset Plane** komutuna girilir. 100 mm ara ile iki yeni düzlem oluşturulur.

- Düzlemler ayrı ayrı seçilerek sketch açılarak profiller çizilir.
- **Loft** komutuna girilir. Sırası ile profiller seçilir. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



Fotoğraf 1.17: Kapalı profil loft komutu örneği

Profil açık şekilde ise sonuç şekilde görüldüğü gibi olur.

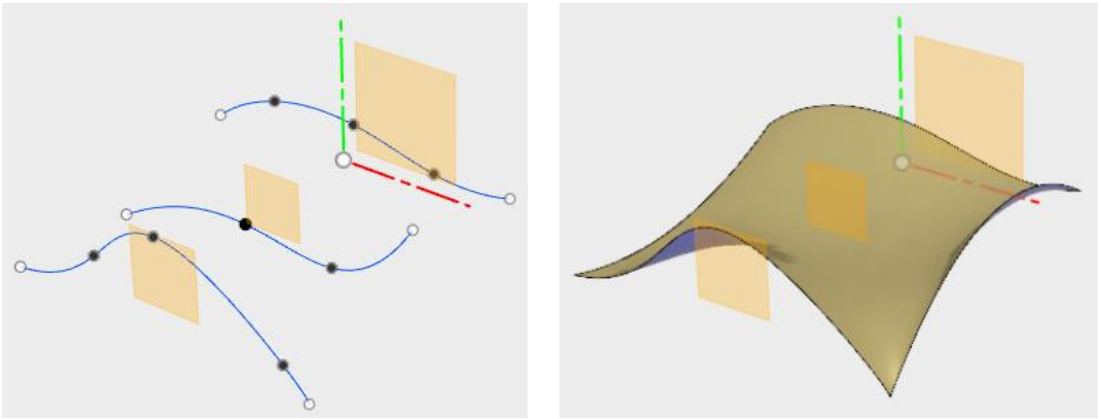


Fotoğraf 1.18: Açık profil loft komutu örneği

Eğrilerle yüzey oluşturulmak istenirse

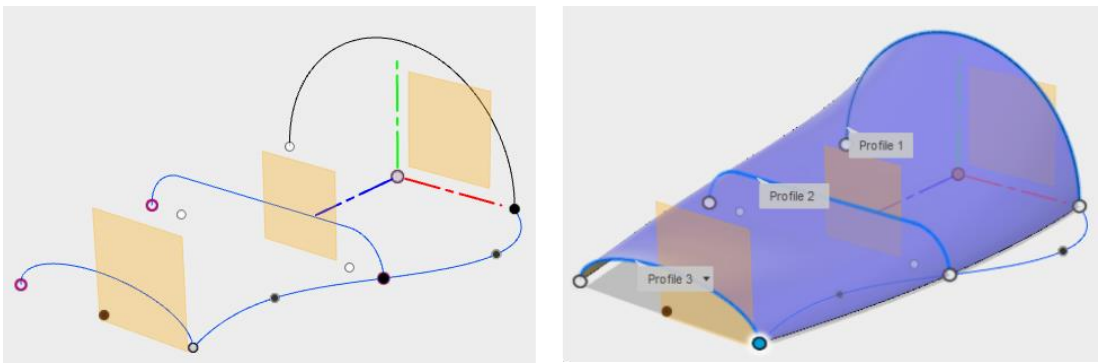
İşlem sırası şöyledir:

- **XY Plane** düzlemi seçilir. **Offset Plane** komutuna girilir. **100 mm** ara ile iki yeni düzlem oluşturulur.
- Düzlemler ayrı ayrı seçilerek sketch açılarak eğri profiller çizilir.
- **Loft** komutuna girilir. Sırası ile profiller seçilir. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

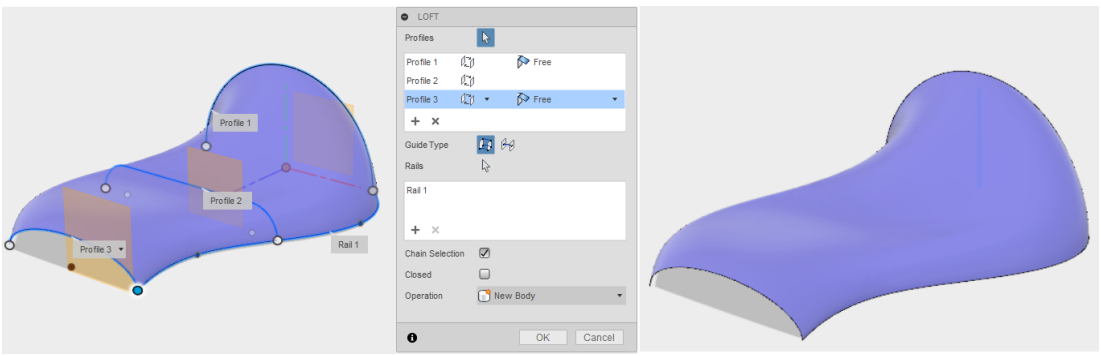


Fotoğraf 1.19: Eğrilerle çizilmiş loft örneği

- **Guide→rail (kılavuz eğriler)** kullanılırsa şekil aşağıdaki gibi olur. Önce profiller seçilir. Sonra da **guide→rail** kısmından kılavuz eğri seçilip **OK** tuşuna basılır.

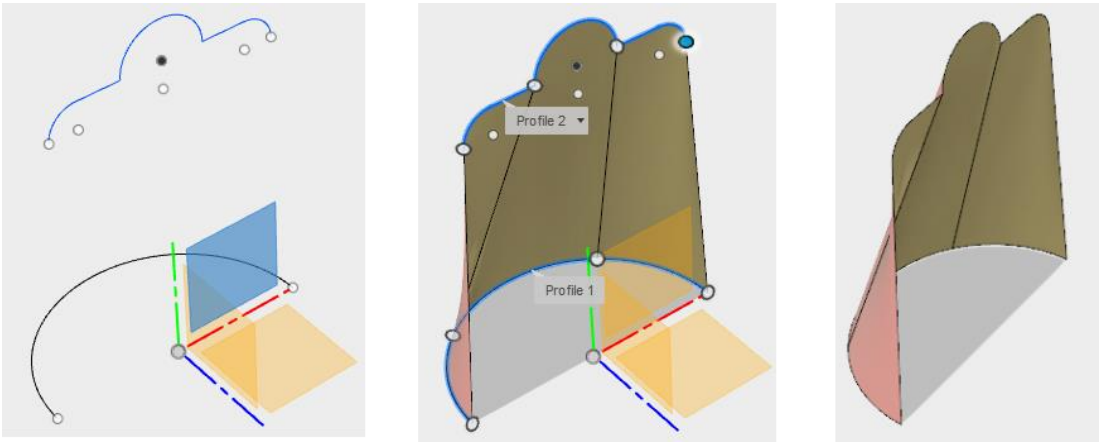


Fotoğraf 1.20 Eğrilerle çizilmiş guiderail olmadan loft örneği



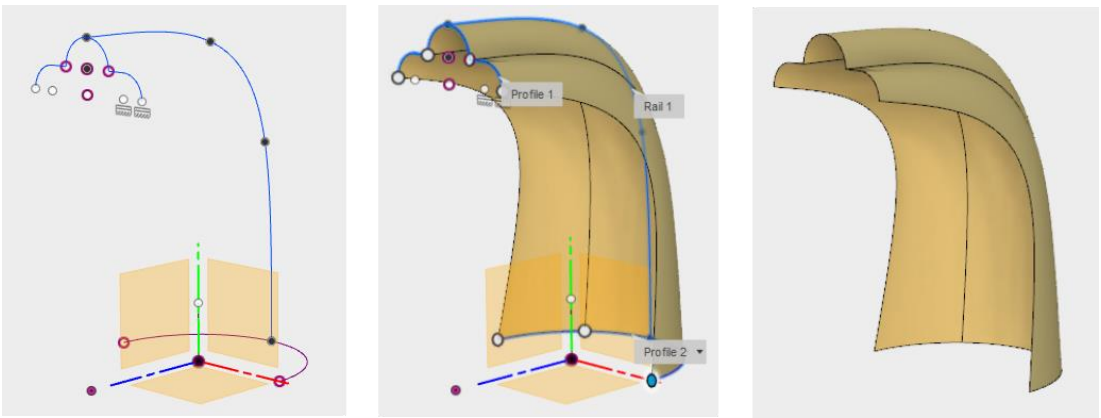
Fotoğraf 1.21: Eğrilerle çizilmiş guiderail ile loft örneği

Farklı açıdaki düzlemlerde çizilmiş iki profil kullanılarak **Loft** oluşturulursa şekil aşağıdaki gibi olur. Profiller sırası ile seçilip **OK** tuşuna basılır.



Fotoğraf 1.22: Farklı açıdaki düzlemler arasında loft oluşturma örneği

Farklı açıdaki düzlemlerde çizilmiş iki profil ile loft oluşturulursa şekil aşağıdaki gibi olur. Önce profiller sonra da **guide→rail** ile izlenecek yol seçilir. İzlenecek yolun çiziminde profillere değmesine dikkat edilmelidir.



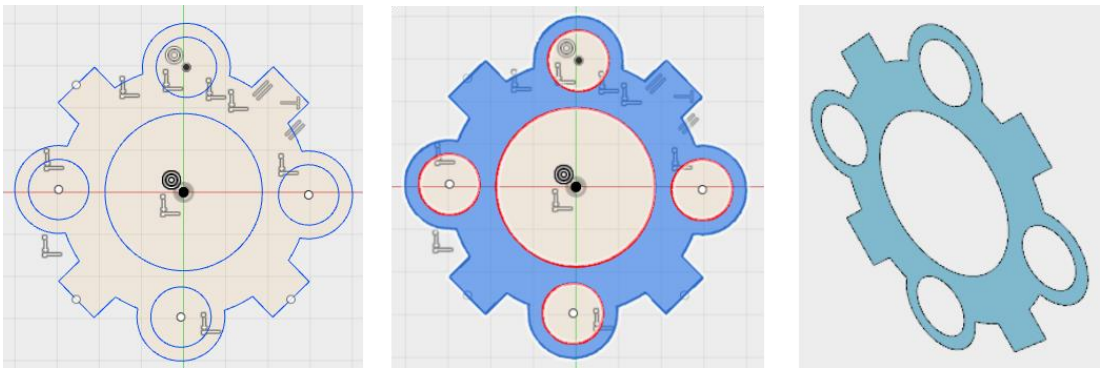
Fotoğraf 1.23: Bir yol tanımlayarak farklı açıdaki düzlemler arasında loft oluşturma

1.6. Düzlemsel Yüzey Oluşturma (Patch)

Bu komut ile sketch ortamında oluşturulmuş kapalı alanlar düzlemsel yüzeye çevrilebilir. Yüzeyi sınırlayan dıştaki kapalı alanın içinde birden fazla kapalı alan bulunabilir fakat bu kapalı alanlar dış sınır ile ve birbirleri ile kesişmemelidir.

İşlem sırası şöyledir:

- Sketch ortamında profil iki boyutlu olarak çizilir.
- **Patch** komutu seçilir. Ekrana **Patch** diyalog kutusu gelir.
- **Selection** kısmından yüzey haline getirilecek alan seçilir.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



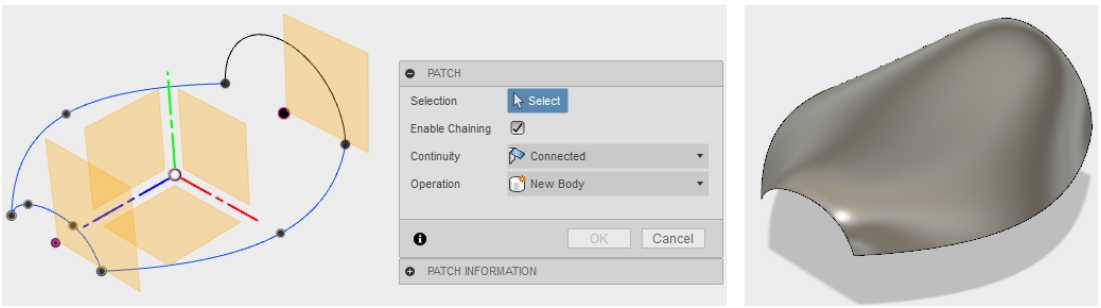
Fotoğraf 1.24: Patch örneği

1.6.1. Patch ile Yüzey Örme

Aynı veya farklı düzlemlerde çizilmiş nesnelerin, yüzey kenarlarının veya katı modellerin meydana getirdiği kapalı alanları doldurarak yüzey oluşturmak için kullanılır. Yüzey oluşturabilmek için seçilen nesnelerin kapalı olması gerekir.

İşlem sırası şöyledir:

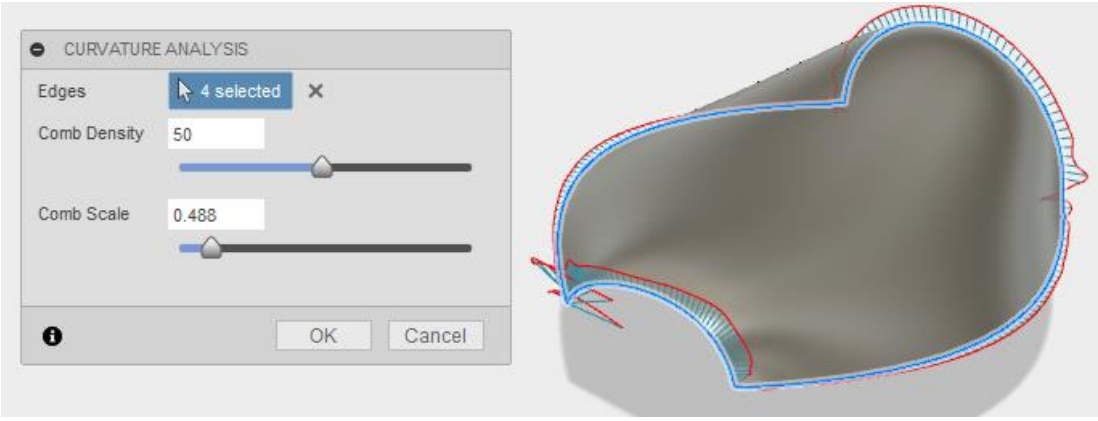
- Aynı veya farklı düzlemlerde yüzey oluşturacak nesneler çizilir.
- **Patch** komutu seçilir. Ekrana **Patch** diyalog kutusu gelir.
- Yüzey oluşturacak nesneler sırası ile seçilir. Gerekli ayarlamalar yapılıp **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



Fotoğraf 1.25: Patch ile yüzey örme

Dilenirse yüzey optimizasyonu incelenebilir. Yüzeylerin örgü durumunu ve bükümsel yapısını incelemek için **Inspect** menüsünün altındaki komutlar kullanılabilir. Yüzeylerin durumu teğetsel, bükümsel, imalatsal olarak incelemek mümkündür.

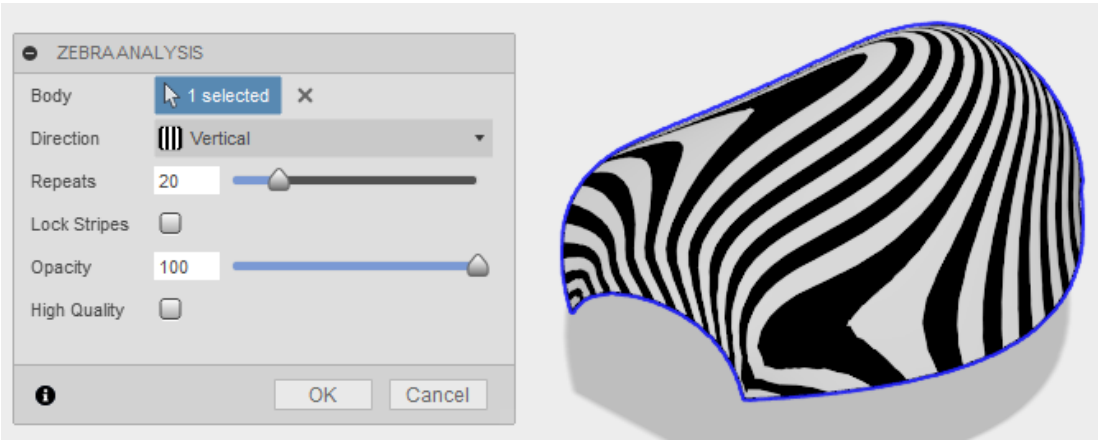
1.6.2. Curvature Analysis



Fotoğraf 1.26: Curvature analysis ile kenar analizi

Komut çalıştırıldıktan sonra eğimli kenarlar seçilerek eğrilikteki değişikliği belirlemek için seçilen kenarlar üzerinde eğrilik tarağı görüntülenir.

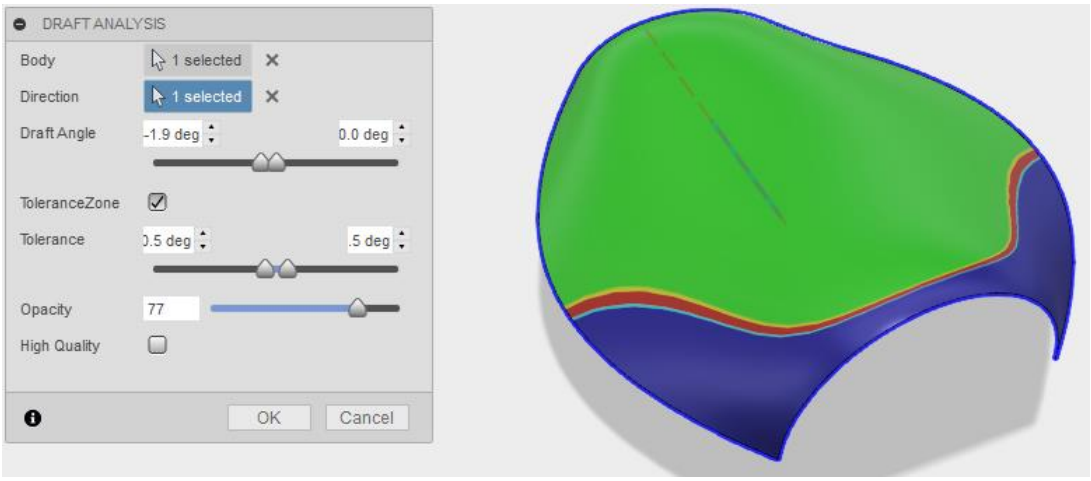
1.6.3. Zebra Analysis



Fotoğraf 1.27: Zebra Analysis ile görsellik analizi

Komut çalıştırıldıktan sonra nesne tıklanarak yüzey incelemesi başlatılır. Nesne üzerinde zebra çizgileri oluşur. Zebra şeritlerinin görünümü ve yansıması model döndürüldüğünde ya da yakınlaştırıldığında değişir. Zebra çizgileri genellikle yansımaların görünümünü vurgulamak için endüstriyel tasarımda kullanılır. Yüzey modelde, görünüm değiştirildiğinde şerit yönlendirmesinde ve yoğunluk ayarlarını değiştirmekte fayda vardır.

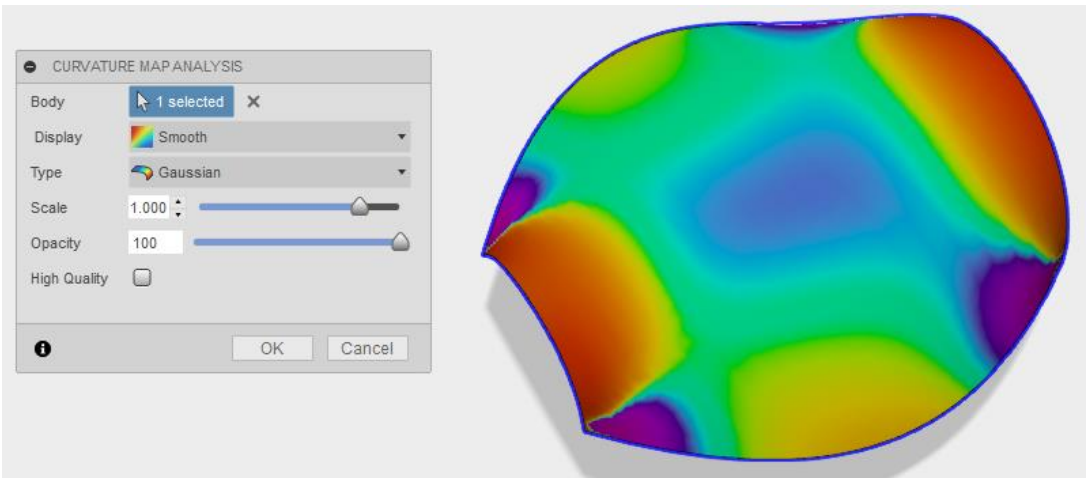
1.6.4. Draft Analysis



Fotoğraf 1.28: Draft Analysis ile görsellik analizi

Tasarımın üretilebilir olduğunu değerlendirmek için seçilen gövdede bir renk degradesi görüntüler. Verilen eksen yönüne göre bu degrade/tayf niteliği değişerek fikir verir.

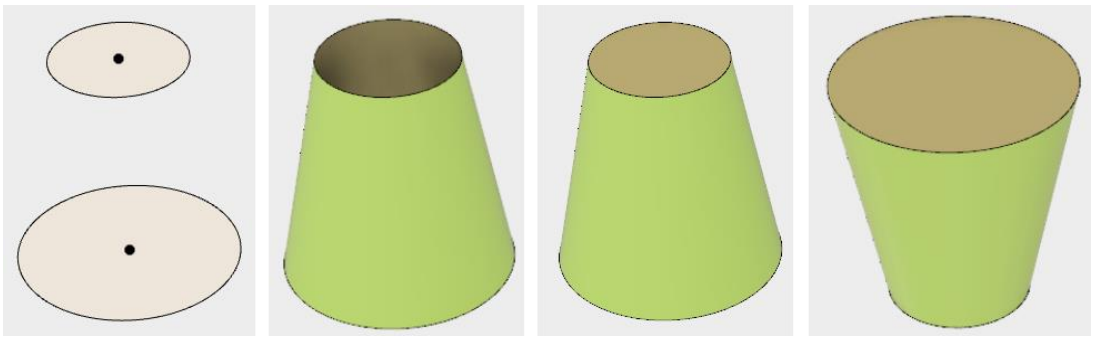
1.6.5. Curvature Map Analysis



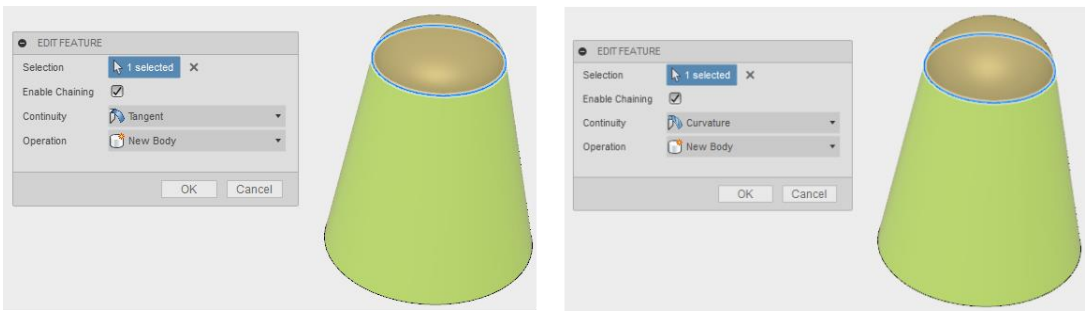
Fotoğraf 1.29 Curvature map analysis ile görsellik analizi

Eğrilik miktarını ve büküm yapısını değerlendirmek için seçili cisimlerin yüzlerine bir renk dağılımı görüntüler.

Loft ile oluşturulmuş yüzeyin üst ve alt kısmı **Patch** komutu kullanılarak kapatılabilir. Bunun için önce komuta girilip üst kısım sonrada arka kısım ayrı ayrı işaretlenerek kapatma işlemi yapılır.

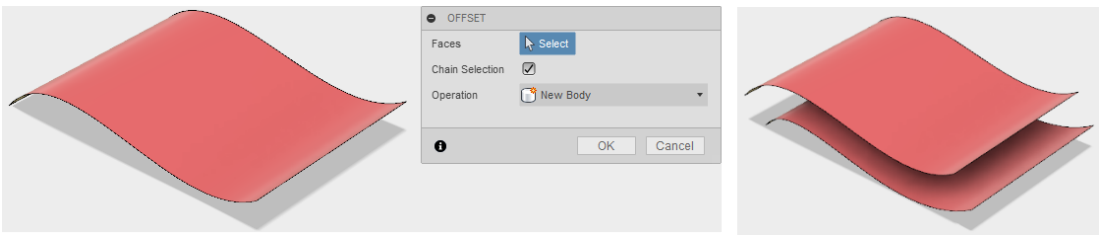


Fotoğraf 1.30: Patch komutu ile yüzeylerin kapatılması



Fotoğraf 1.31: Patch komutu ile yüzeylerin kapatılması, tangent ve curvature seçimi

1.7. Yüzey Öteleme (Offset)



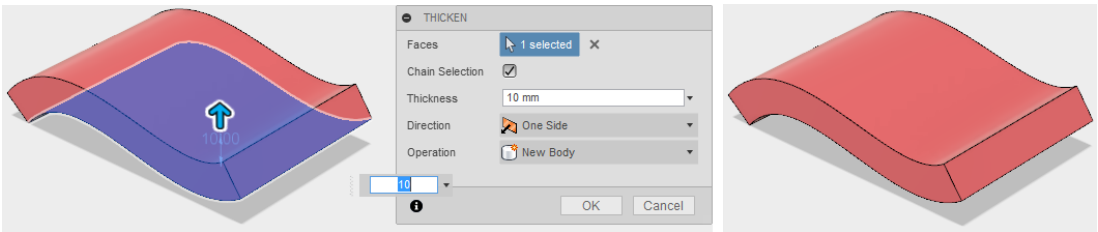
Fotoğraf 1.32: Yüzey öteleme

Seçilen yüzeyi belirlenen mesafede kopyalayarak yeni bir yüzey elde etmek için kullanılır. Komutun kullanılabilmesi için önceden oluşturulmuş bir yüzey olmalıdır.

İşlem sırası şöyledir:

- **Offset** komutu seçilir. Ekrana **Offset** diyalog kutusu gelir. Buradan ötelenecek yüzey ya da yüzeyler seçilir.
- **Distance** kısmına öteleme mesafesi yazılır.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

1.8. Yüzeye Kalınlık Verme (Thicken)



Fotoğraf 1.33: Yüzeye kalınlık vermek

Yüzeylere kalınlık vererek nesne oluşturma işlemidir. Oluşan yüzeyler daha sonra silinebilir ve düzenlenebilir.

İşlem sırası şöyledir:

- **Thicken** komutu seçilir. Ekrana **Thicken** diyalog kutusu gelir. Buradan ötelenecek yüzey seçilir.
- **Thickness** kısmına öteleme mesafesi yazılır.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.
- Oluşan nesne yüzeylerden meydana gelen kapalı bir nesnedir. Dilenildiğinde bu yüzeyler silinebilir.

1.9. Üç Boyutlu Yüzey Düzenleme Komutları

Düzenleme komutlarının bazıları daha önceki materyallerde anlatılmış komutlar içerir. Bu komutların dışında sadece yüzey işlemlerinde kullanılan komutlar çalışma modunun **PATCH** olarak seçilmesi ile görünür hâle gelir.

Komutlarla yapılan düzenlemeler diğer çalışma modlarında da geçerli hâle gelir. Bir model üzerinde yüzeysel düzenleme işlemlerinin yapılmasının gerektiği durumlarda katı model dosyası açıkken **PATCH** seçimini yapmanız yeterli olacaktır.

MODEL çalışma modunda yapılan katı modellerin yüzeylerinin silinmesi, düzenlenmesi vb. işlemler için **PATCH** modunda çalışmak en iyi sonucu verecektir.

Bazı komutların kullanımı hemen hemen aynıdır. Komutların yerleri, değer girme kutucukları ve işlem yöntemleri birbirine çok benzer bir hâldedir.

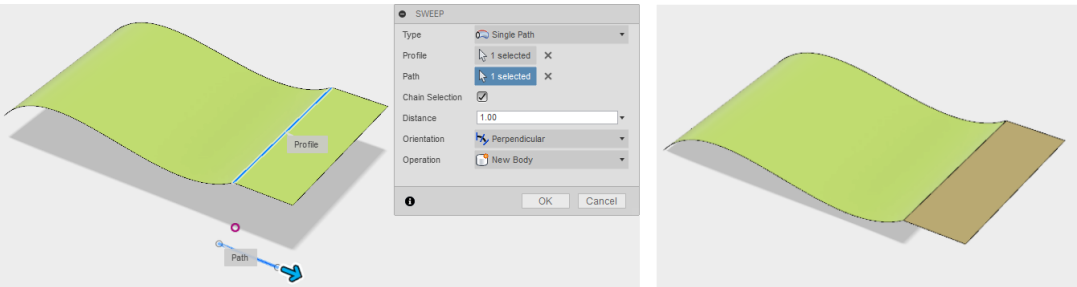
1.9.1. Süpürerek Yüzey Oluşturma (Sweep)

Seçilen kenarları belirtilen yön ve doğrultuda süpürerek yüzey oluşturmak için kullanılır.

İşlem sırası şöyledir:

- **Sweep** komutu çalıştırılır.

- Nesnenin seçilen ayrıtı profil nesnesi olarak işaretlenir.
- Kalınlık verme yolu için bir kenar ya da bir çizgi seçilir.
- **Distance** kısmına yüzeyin kalınlığı yazılır. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



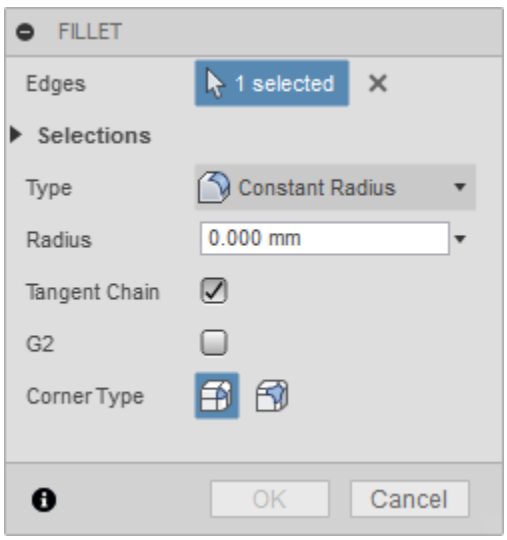
Fotoğraf 1.34: Kenara teğet yüzey oluşturma örneği

1.9.2. Kavis Yüzey (Fillet)

Kesişen yüzeyler arasında yuvarlatılmış yüzeyler oluşturmak için kullanılır. Kesişen yüzeylerin köşelerinin yuvarlatılabilmesi için yüzeylerin çakışıyor ve bir arakesitle birleşmiş olması gereklidir. Taşan yüzeyler söz konusu ise daha sonra anlatılacak olan yüzey budama (**Trim**) komutu ile taşan kısımların kırpılması gereklidir.

İşlem sırası şöyledir:

- **Fillet** komutuna girilir.
- Ekrana **Fillet** diyalog kutusu gelir.
- **Type** kısmında yuvarlatma yöntemlerinden biri seçilir.
- **Radius** kısmına yay yarıçapı yazılır. **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.



Edges: Kenar seçimi alanı

Constant Radius: Tüm kavislere uygulanan tek bir yarıçap değeri belirtir.

Chord Length: Kavisin boyutunu kontrol etmek için kiriş uzunluğunu belirtir.

Variable Radius: Kenar boyunca seçilen noktalarda yarıçap belirtir.

Radius: Yuvarlatma yarıçapı

Tangent Chain: Çoklu kenar seçimi

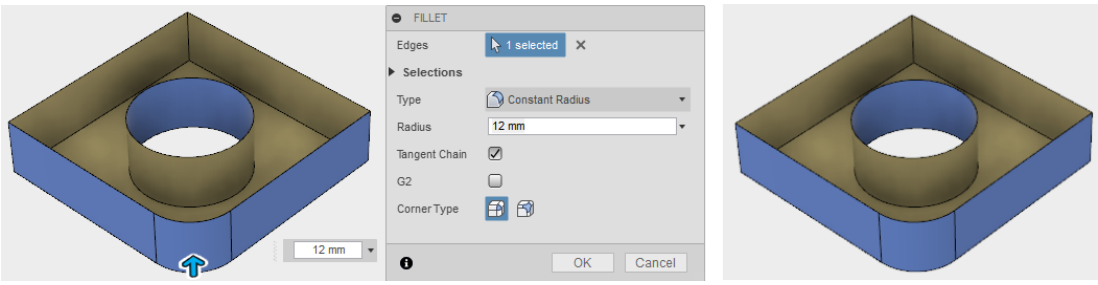
G2: Yuvarlatma teğetlerinin kontrolü

Corner Type: Çoklu köşelerin birleşim biçimi

Fotoğraf 1.35: Fillet diyalog kutusu

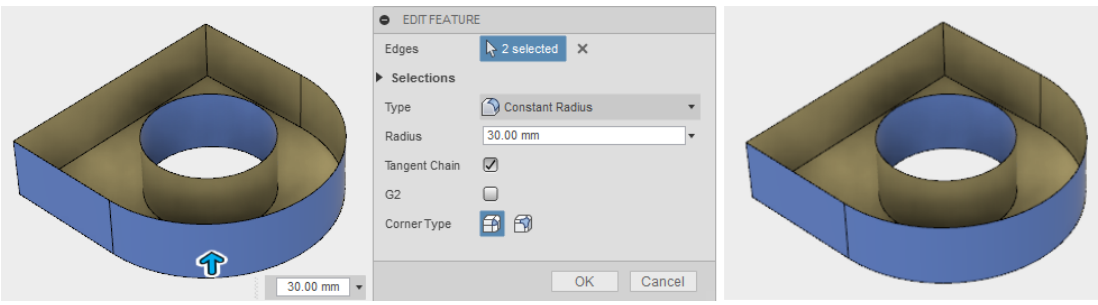
1.9.2.1. Sabit Yarıçaplı Yuvarlatma

Yarıçap ölçüsü uygulandığı her yerde sabit ölçüdedir. Aşağıdaki parametrelerin ayarlanması gerekir. Yuvarlatma yarıçapı parça kalınlığından daha büyük verilebilir.



Fotoğraf 1.36: Sabit yarıçaplı yuvarlatma örneği

1.9.2.2. Tam Daire Yuvarlatma



Fotoğraf 1.37: Tam daire yuvarlatma örneği

Fillet komutunun yuvarlatma değeri genişliğin yarısını oluşturacak şekilde ayarlanması ile gerçekleştirilir.

İşlem sırası şöyledir:

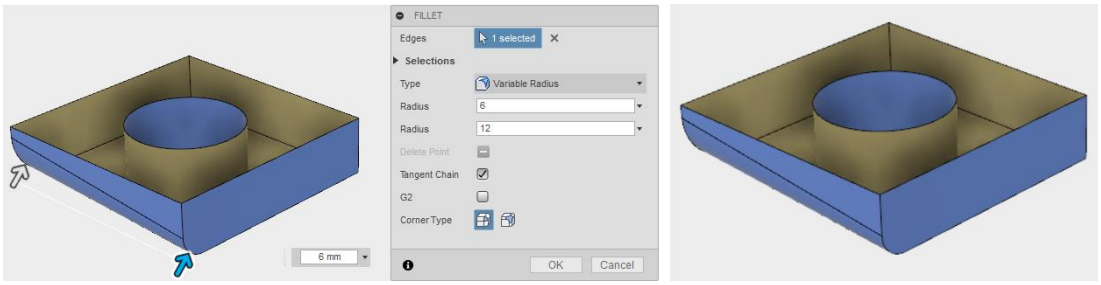
- **Fillet** komutu çalıştırılır. **Edges** kısmından karşılıklı iki ayrıt işaretlenir.
- Ekranda görülen mavi ok fare ile yarıçap değeri bir yarım daire oluşturuncaya kadar hareket ettirilir veya cismin ölçüsünün yarısı kadar bir yarıçap değeri girilir.
- **OK** tuşuna basılarak işlem tamamlanır.

1.9.2.3. Değişken Yarıçaplı Yuvarlatma (Variable Radius)

Yuvarlatma uygulanacak kenarın farklı kesimlerine farklı yarıçapta yuvarlatma uygulamak için kullanılır.

İşlem sırası şöyledir:

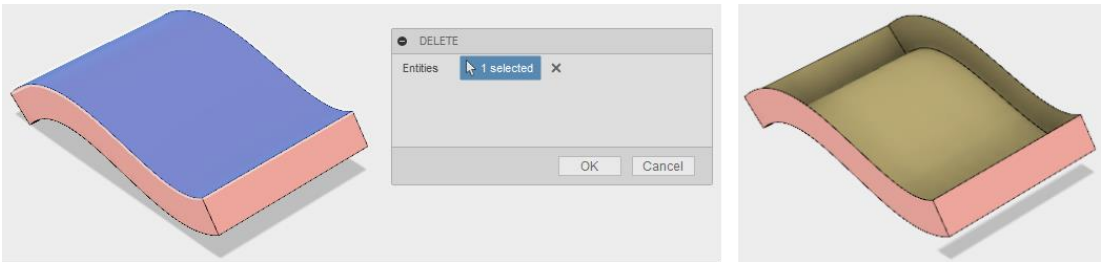
- **Fillet** komutuna girilir. Radius verilecek kenar seçilir.
- **Type** seçiminden **Variable Radius** seçilir.
- Başlangıç radyüsü kısmına değeri yazılır.
- Bitiş radyüsü kısmına değeri yazılır.
- Her noktaya ayrı ayrı Kavis (**Radius**) verilmek isteniyorsa kenara yerleştirilecek noktalar kenar üzerinde işaretlenir.
- Her nokta tıklandıktan sonra noktalara sırası ile başlangıç kenarından uzaklığı ve yarıçapları yazılır.



Fotoğraf 1.38: Değişken yarıçaplı fillet örneği

1.9.3. Yüzey Silme (Delete Face)

Yüzey modelleme ile oluşturulmuş yüzeyleri veya katı modellerin yüzeylerini silmek için kullanılır. **Model** ortamında oluşturulmuş üç boyutlu nesnelerin yüzeylerini silebilmek mümkün değildir. Bu nedenle katı nesne ekranda açıkken çalışma modunu **patch** seçimi yaparak değiştirip istenen yüzey seçilip silinebilir. Yüzeyi silmek için ister doğrudan yüzeyi seçip klavyeden **DELETE** tuşuna basılsın istenirse de yüzeyin üzerinde farenin sağ tuşuna basıp çıkan menüden **DELETE** seçimi yapılır.



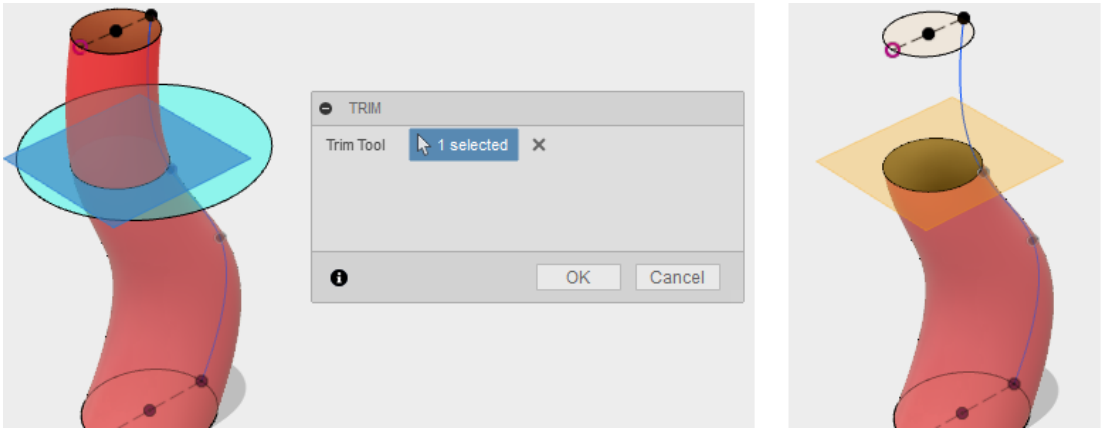
Fotoğraf 1.39: Yüzey silme örneği

İşlem sırası şöyledir:

- Menüden **Delete** seçimi yapılır.
- Ekran menüsünden **Entities** kısmı tıklanarak yüzey gösterilir**.**
- **OK** tıklanarak işlem tamamlanır.

1.9.4. Yüzey Kırpma (Trim)

Yüzeysel nesnelerin bir düzlem veya düzlemsel nesne gösterilerek kırpılması işlemidir.



Fotoğraf 1.40: Yüzey kırpma örneği

İşlem sırası şöyledir:

- **Trim** yapmakta kullanılacak yüzey seçilir. Ardından kırpılacak bölüm tıklanır.
- **OK** düğmesine tıklanarak işlem tamamlanır.

1.9.5. Yüzey Uzatma (Extend)

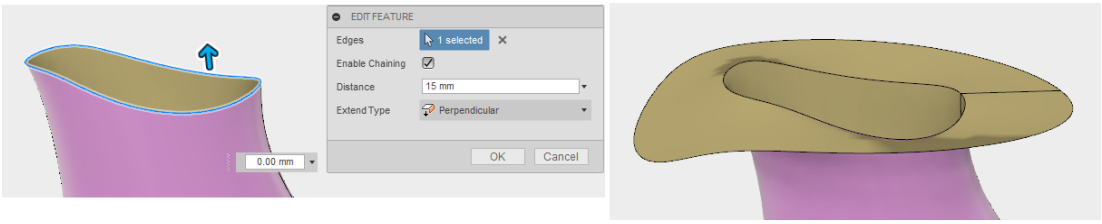
Bir yüzeyin kenarlarını belirlenen uzatma tipine göre verilen mesafe kadar uzatmak için kullanılır.

Üç tip seçim yapılabilir.

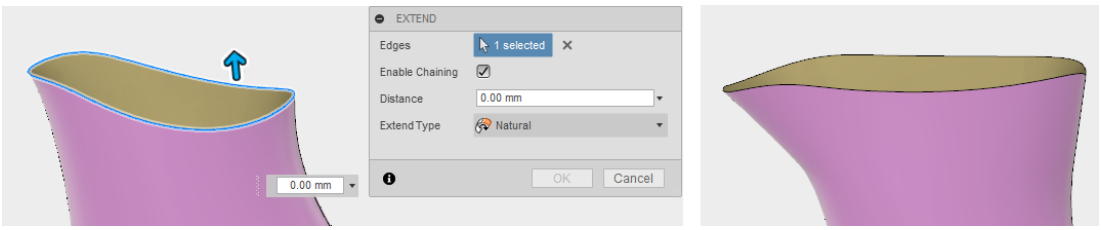
- **Natural:** Bu seçim ile nesne doğal eğimini takip ederek uzar.
- **Perpendicular:** Bu seçim ile var olan kenar açısına dik yüzey oluşturulur.
- **Tangent:** Bu seçim ile seçilen kenarın her noktasındaki eğime teğet olacak şekilde kenar verilen boy kadar uzatılır.

İşlem sırası şöyledir:

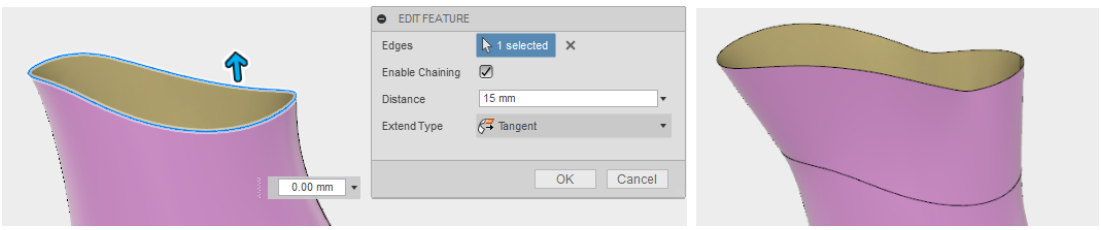
- **Extend** komutu seçilir.
- Uzatılacak kenar/kenarlar gösterilir.
- Uzatma tipi seçilir.
- **OK** düğmesine tıklanarak işlem tamamlanır.



Fotoğraf 1.41: Extend→tangent örneği



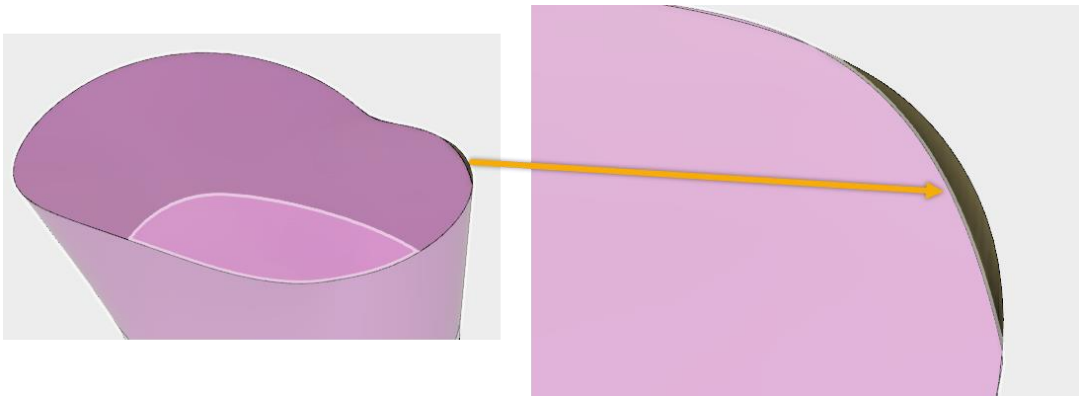
Fotoğraf 1.42: Extend→natural örneği



Fotoğraf 1.43: Extend→tangent örneği

1.9.6. Stitch (Yüzeyi Dikme)

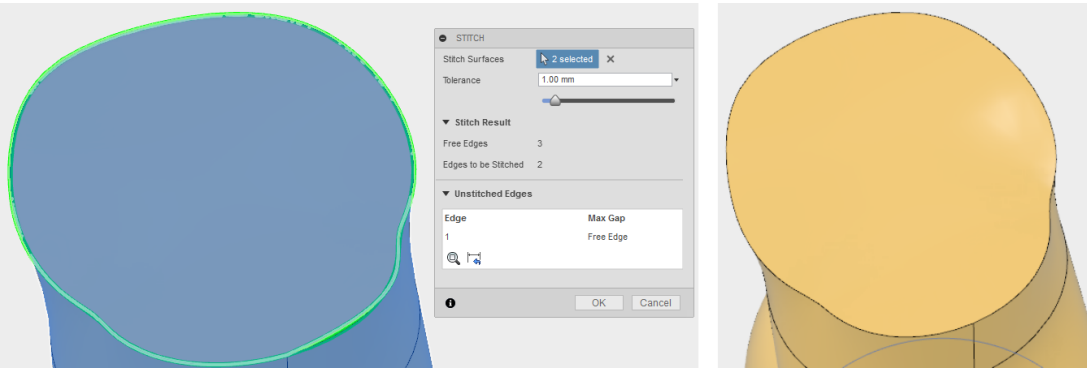
Bazen özellikle eğimli/bükümlü yüzeylerde **Patch** komutu ile kapatma yapıldığında kenarlarda tam birleşme gerçekleşmez. Bazen de ya çizimden kaynaklı nedenle ya da başka bir kaynaktan dosya alındığında bu durum gerçekleşir. Bu birleşmeyen boş alanların yüzey nesnesinin devam ettirilerek kapatılması işlemi **Stitch** komutu ile gerçekleştirilir.



Fotoğraf 1.44: Patch işlemi sonrasında yüzey birleşiminde oluşan açıklık örneği

İşlem sırası şöyledir:

- **Stitch** komutu seçilir.
- **Stitch Surfaces** bölümünden birleştirilecek/dikilecek yüzeyler gösterilir.
- Birleşecek yüzeylerin olası birleşim çizgisi, yeşil renkte belirir.



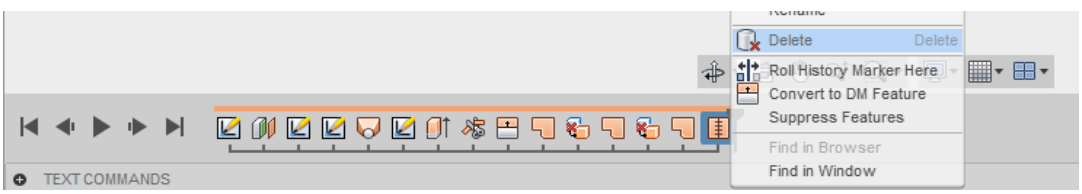
Fotoğraf 1.45 Stitch işlemi sonrasında yüzey birleşimi örneği

- Birleşme toleransı **Tolerance** kısmından manuel ya da yazarak belirtilir.
- **Stitch Result** kısmında özetleme yapılır.
- **OK** düğmesine tıklanarak işlem tamamlanır.

1.9.7. Unstitch (Yüzeyleri Ayırma)

Yüzey dikme işleminin tersi işlev görür. **Unstitch** işlemi sonrasında ayrılan yüzeyler, daha önce dikme gerçekleştirilmişse düzenlenmiş hâliyle yüzeyler ayrılır. Görsel olarak bir açıklık görülemez.

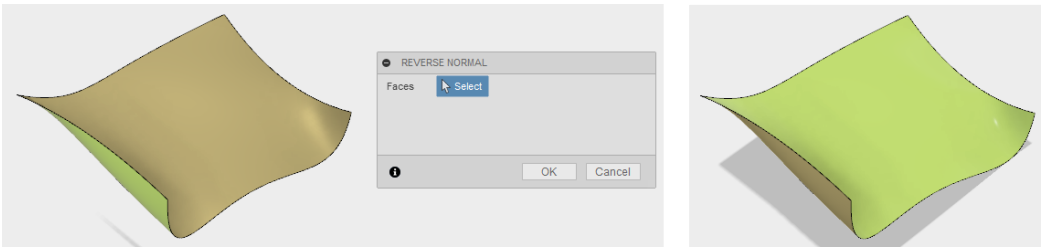
Dikme işleminin geri alınması söz konusu ise bu yol seçilmemelidir. Bunun için zaman çizelgesinden (timeline) **Stitch** ikonuna sağ tuş yaparak **Delete** komutuyla silmek yeterli olacaktır. **Unsititch** işlemi sonrasında birleşiyormuş gibi görülen yüzeylerde **Fillet** gibi düzenleme işlemleri gerçekleştirilemez. Çünkü aslında iki yüzey arasında artık bir arakesit gerçekleşmemektedir. İki düzlemin üzerinde böylesi işlemleri yapabilmek için ayrılan yüzeyde yapılacak işlem sonrasında tekrar dikme işlemi yapmak gerekir.



Fotoğraf 1.46: Unstitch normal örneği

1.9.8. Reverse Normal (Yüzeyin Pozitif Yönünü Döndürme)

Tasarım esnasında çalışılan yüzey negatif yönünde fazlasıyla çalışılacaksa her değer girişinde negatif değer girmek zorluluğundan kurtulmak istenilebilir. Böylesi durumlarda tasarımcının her değer girişinde işlem sayısı artmaktadır.



Fotoğraf 1.47: Reverse normal örneği

İşlem sırası şöyledir:

- **Reverse Normal** komutu çalıştırılır.
- **Faces** kısmından yüzey işaretlenir. Yüzeyde mavi bir renk değişimi gerçekleşir.
- **OK** tıklanarak işlem tamamlanır.

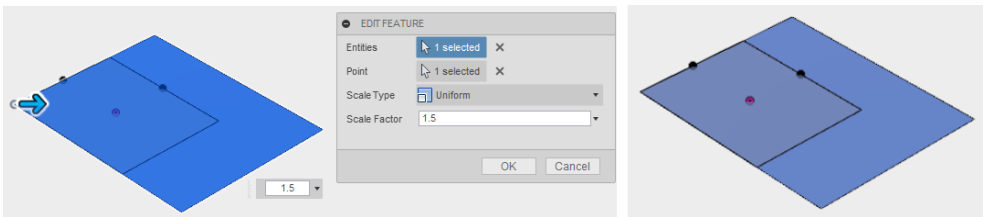
Nesnenin alt kısmının renginin üste, üst kısmının renginin de alta geldiği görülecektir. Bu yüzeylerin pozitif yönünün değiştiğini kontrol etmeyi kolaylaştırır. Bu komut özellikle tasarım süreçlerinin hızlanmasında çok önemli bir işlev görecektir.

1.9.9. Ölçeklendirme (Scale)

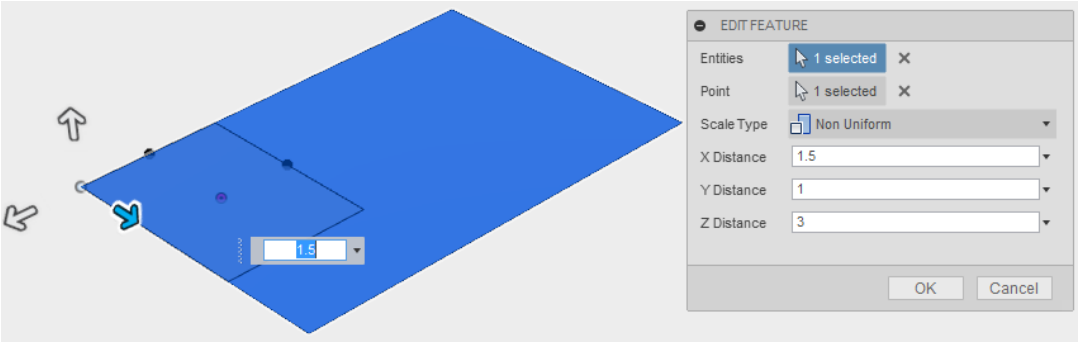
Oluşturulmuş yüzeyler ölçeklendirilebilir. Verilen ölçek sonrasında yüzey büyür veya küçülür. Ama yüzeye kaynaklık eden **sketch** boyutları değişmez.

Örnekte **60x80mm** boyutlarında dikdörtgen sketch oluşturularak **Patch** komutu ile yüzey oluşturulmuş ve **1.5** kat büyütülmüştür. Kaynak sketch unsur ağacından görünür hâle getirilerek durumun rahatça gözlenmesi sağlanmıştır. Ölçüler sketch ortamına dönülüp değiştirilirse değişiklikteki ölçülere **1.5** kat ölçeğin uygulandığı görülecektir.

Scale Type kısmında **Uniform** seçimi yapıldığında nesnenin tüm eksenlerinde ölçekleme gerçekleşir. Özellikle üç boyutlu yüzeylerde gerektiğinde **X,Y,Z** eksenlerinde ayrı ayrı ölçek vermek gerekebilir. Bu durumda **Non Uniform** seçimi yapılmalıdır.



Fotoğraf 1.48: Scale örneği



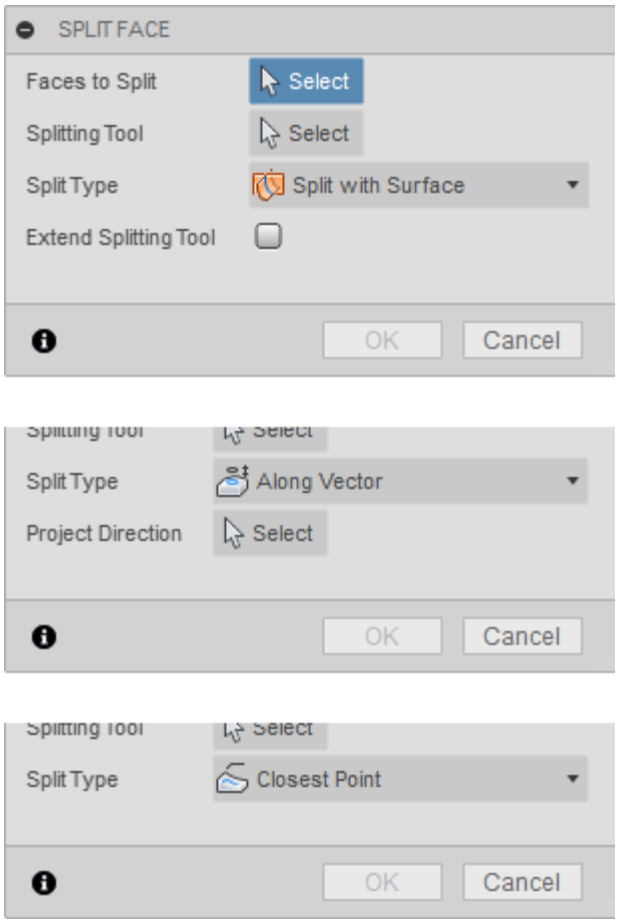
Fotoğraf 1.49: Scale non uniform örneği

İşlem sırası şöyledir:

- **Scale** komutu çalıştırılır.
- **Entities** kısmından yüzey işaretlenir.
- **Point** kısmından nesnenin sabit kalacağı bir nokta işaretlenir.
- **Scale** kısmından ölçekleme tipi seçilir.
- Ölçek değeri/değerleri girilir.
- **OK** tıklanarak işlem tamamlanır.

1.9.10. Split (İz düşür-böl)

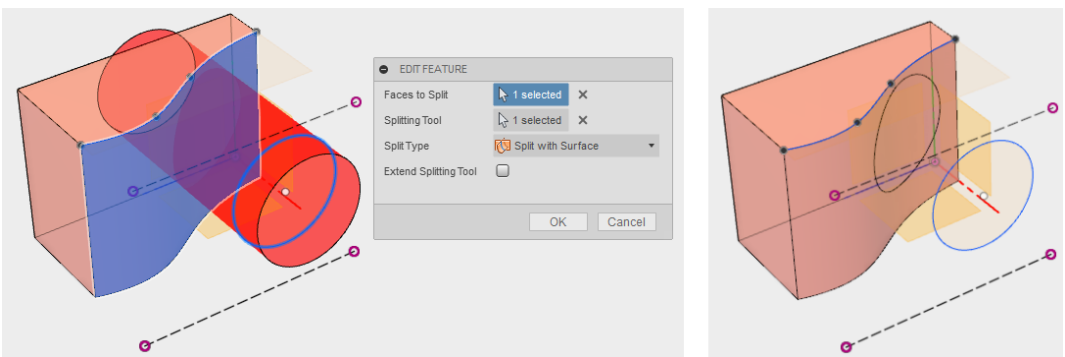
Herhangi bir yüzeye bir çizim nesnesini kullanarak **iz düşürme** işlemidir. İz düşürülen nesne eğer yüzeyin kenarlarına değiyorsa aynı zamanda yüzey bölünmüş olur. Nesnenin kapalı olması durumunda (örneğin bir daire) kapalı alanın yüzeye yansıması kapalı bir alan olarak bölme işlemi yapar.



Faces to Split: Üzerine iz düşürülecek yüzey seçilir.
Splitting Tool: İz düşürülecek nesne seçilir.
Split Type: İz düşürme yöntemi

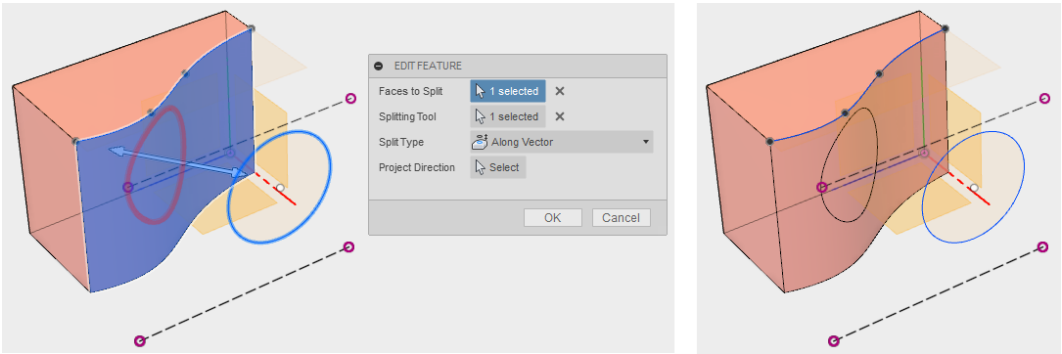
- **Split with Surface**: Yüzeyle bölmek
  - **Extend Split Tool**: İzi düşürülecek nesnenin eksenine dik olacak şekilde yüzeye kadar uzatarak
- **Along Vector**: Vektörel olarak ve vektörle birlikte
  - **Project Direction**: İz düşüm yönü

Fotoğraf 1.50: Split menü seçenekleri



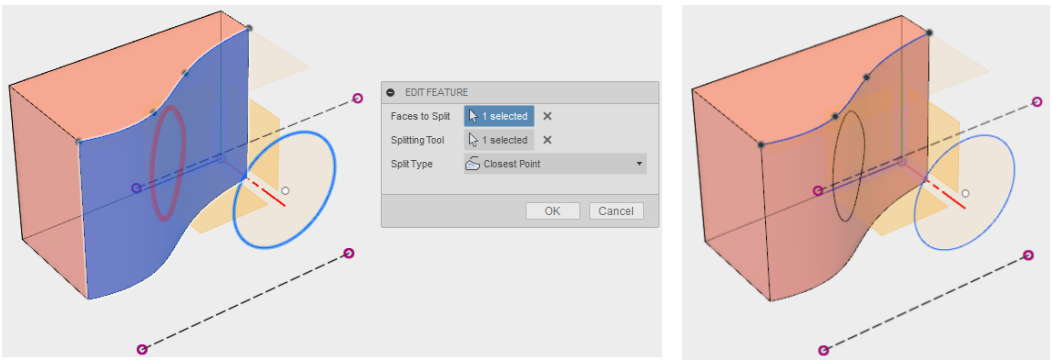
Fotoğraf 1.51: Split→split with surface örneği

Yüzeyle bölme işlemi uygulanır. İzi düşürülecek nesnenin bulunduğu düzleme dik yönde hareketle iz oluşturur.



Fotoğraf 1.52: Split→along vector örneği

Along Vector seçiminde yüzeye iz düşürülürken nesne iz düşürülen yüzeyin normaline (eğer bükümlü yüzeyse tüm büküm açılarının ortalamasına göre tanımlanan yüzey) dik düşürülür ve bükümlü yüzeye kadar devam ettirilerek iz düşüm oluşturulur. Dilenirse iz düşüm açısı herhangi bir ayrıt veya eksen gösterilerek de ayarlanabilir.

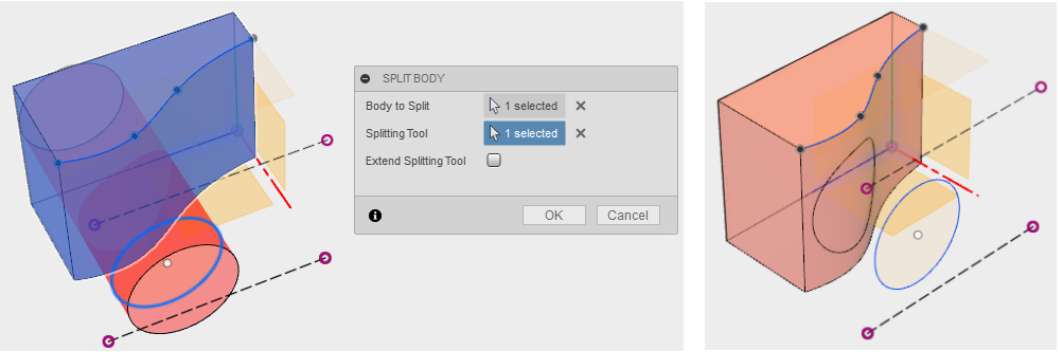


Fotoğraf 1.53: Split→closet point örneği

Nesneyi oluşturan ana yapı (burada dairenin merkezi) hangi açıya düşüyorsa ona dik olarak iz düşüm işlemi gerçekleştirilir.

1.9.11. Gövdeye İz Düşürme (Split Bodies)

Split with Surface seçimine benzer bir yapısı vardır. Nesneye ilk değdiği yüzeyde bölüntüleme işlemi gerçekleşir. Değdiği diğer yüzeylerde ise sadece iz oluşturur. Eğer bu iz kullanılacaksa Unstitch işlemi ile oradaki birleşik(dikili) yüzeyi ayırmak gereklidir.



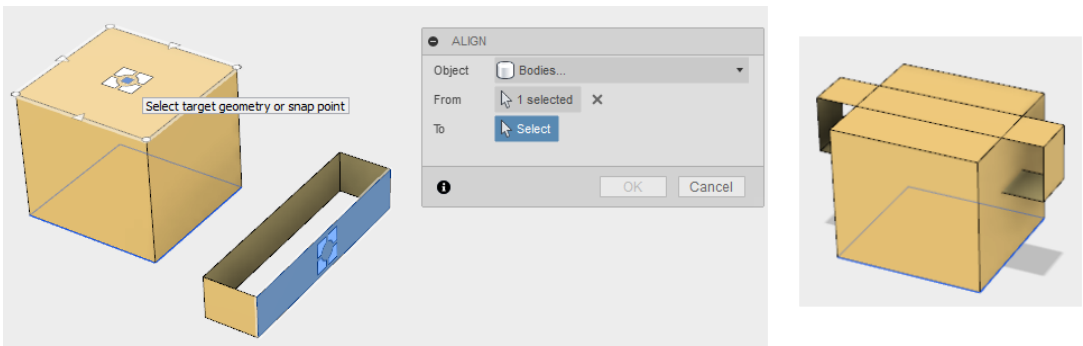
Fotoğraf 1.54: Split bodies örneği

İşlem sırası şöyledir:

- **Split Bodies** komutu çalıştırılır.
- **Body to Split** kısmından katı işaretlenir.
- **Spliting Tool** kısmından izi düşürülecek nesne işaretlenir.
- **OK** tıklanarak işlem tamamlanır.

1.9.12. Hizalama (Align)

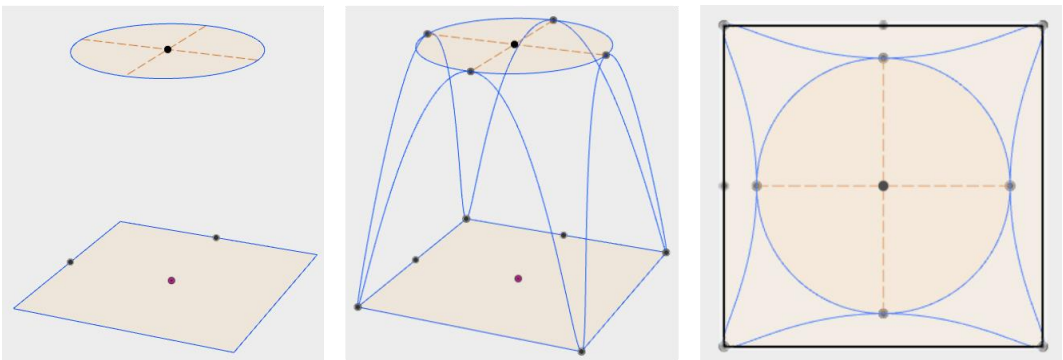
Çalışma alanında yer alan nesnelerin yüzeysel olarak hizalanmasını sağlar. Nesneye kaynaklık eden sketch yer değiştirmez. Ancak sonradan sketch üzerinde değişiklikler yapılırsa bu değişiklikler parçanın yapısına yansır.



Fotoğraf 1.55: Align örneği

1.9.13. Referans Noktaları Boyunca Eğri Eklemek

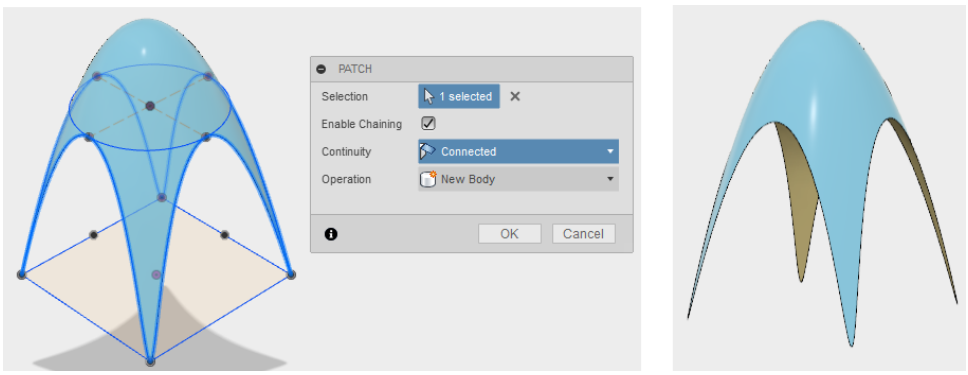
Tasarım sürecinde üç boyutlu sketch oluşturmak önemlidir. Günümüzde ergonomik birçok tasarım serbest formlu ve üç boyutlu eğriler (**Spline**) kullanılarak yapılır. Bu eğrilerin oluşturduğu kapalı alanlar kullanılarak yüzeyler veya katı nesneler oluşturulabilir. Üç boyutlu eğrilerin oluşturulmasında birbirine paralel ya da aykırı konumda bulunan **Plane** düzlemleri kullanılır. Bu düzlemlerde oluşturulan sketch üzerinde tutulabilen geçiş noktaları kullanılarak yine farklı açısal konumdaki **Plane** düzlemlerinde oluşturulan eğriler kullanılır.



Fotoğraf 1.56: Üç boyutlu eğri örneği

İşlem sırası şöyledir:

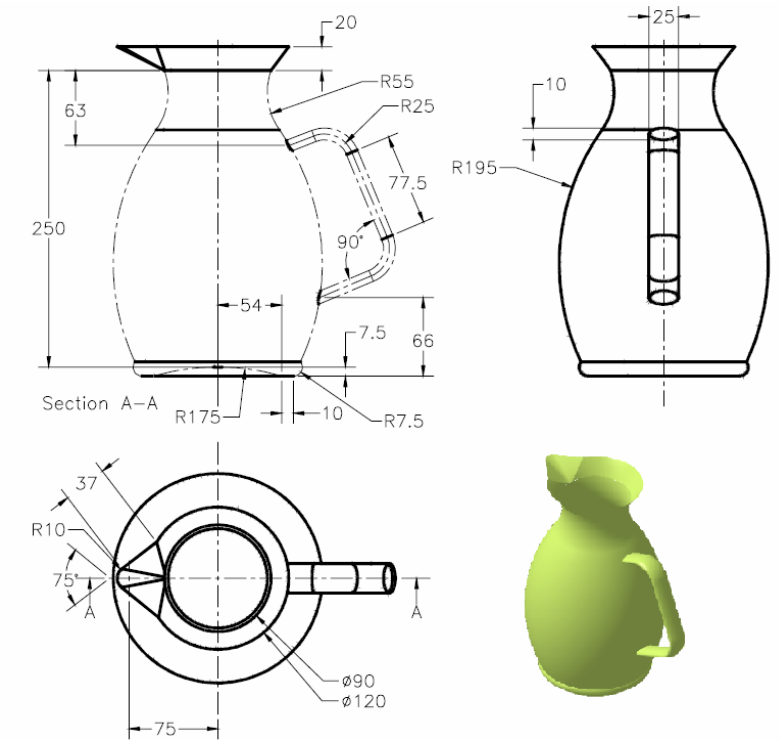
- Birbirine paralel iki **Plane** oluşturulur.
- Alttaki **Plane** düzlemine bir kare çizilir.
- Üstteki **Plane** düzlemine bir daire çizilir. Dairenin çeyrek noktalarından birbirine dik iki doğru çizilir ve **Construction Line** hâline dönüştürülür.
- Her iki **Plane** düzlemine dik **Plane** düzleminde **Create Sketch** komutu ile sketch açılır.
- **Spline** komutu seçilerek karenin uçları ile dairenin çeyrek noktalarına sıra tıklanarak **Spline** son noktada bitirilir.
- Dilenirse **Patch** komutu çalıştırılıp **Spline** seçilerek üç boyutlu yüzey elde edilebilir.

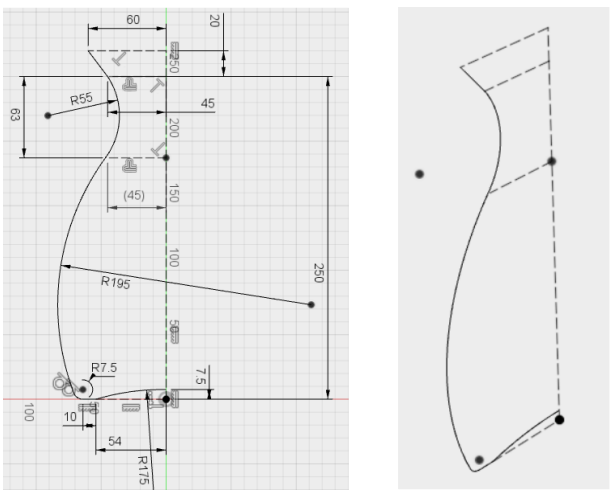


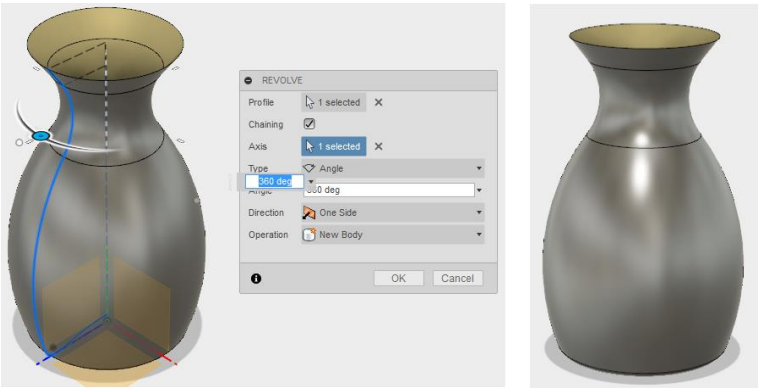
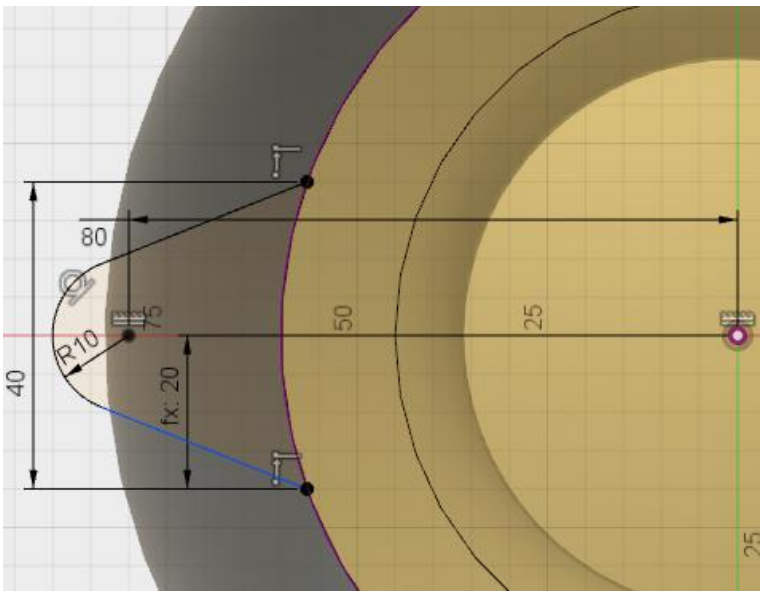
Fotoğraf 1.57: Patch komutu ile kapatılmış üç boyutlu yüzey örneği

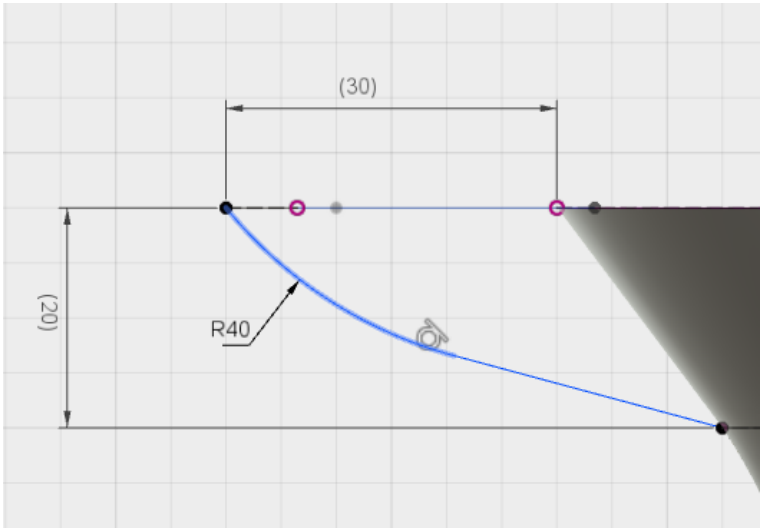
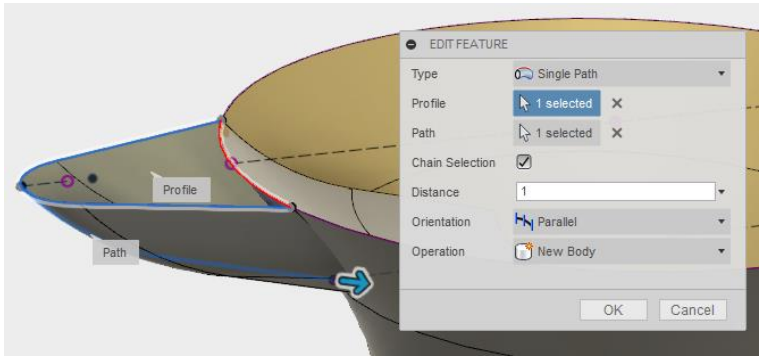
UYGULAMA FAALİYETİ

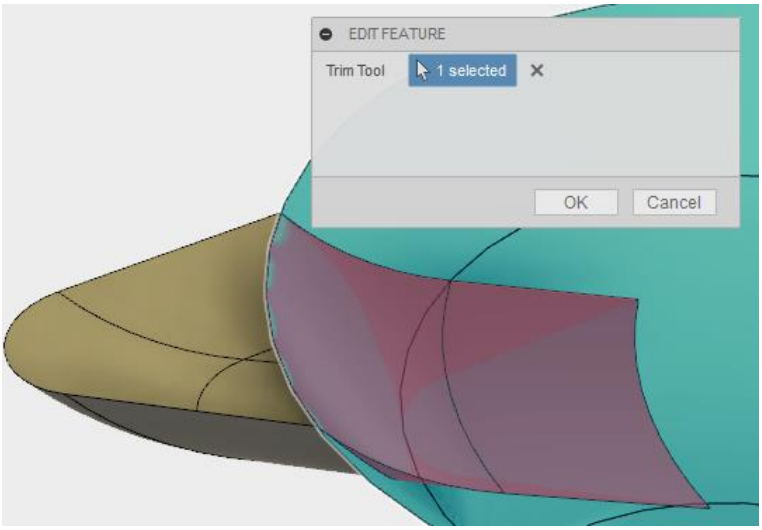
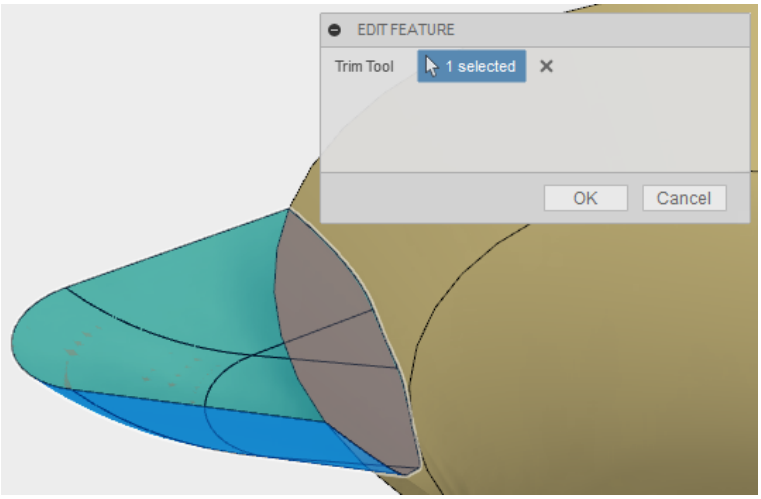
Aşağıda resmi verilen sürahinin yüzey modelini çizmek için gerekli komutları kullanınız.

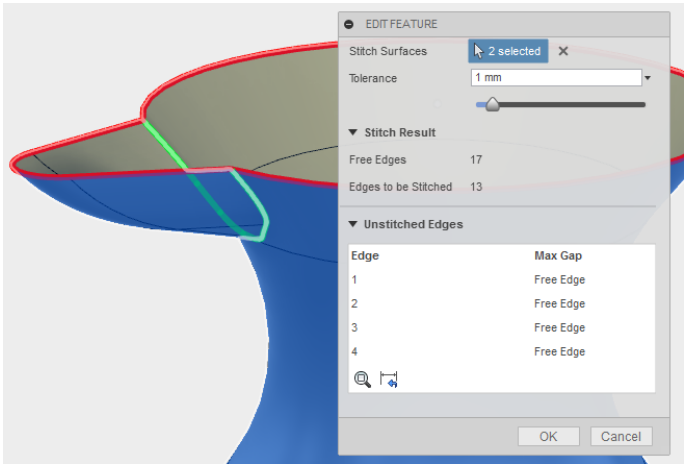
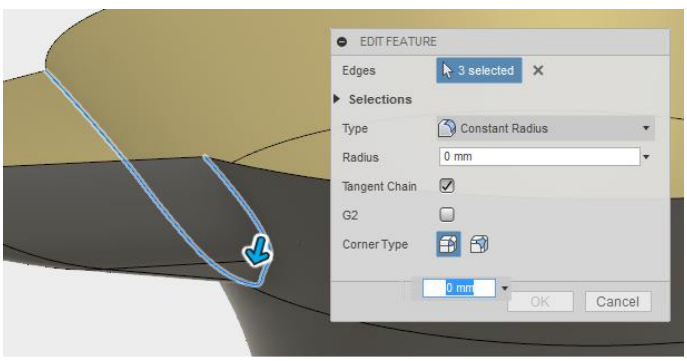
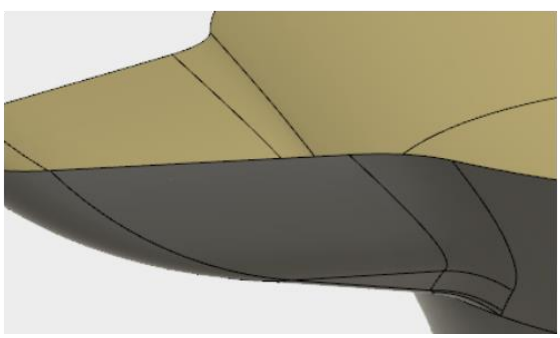


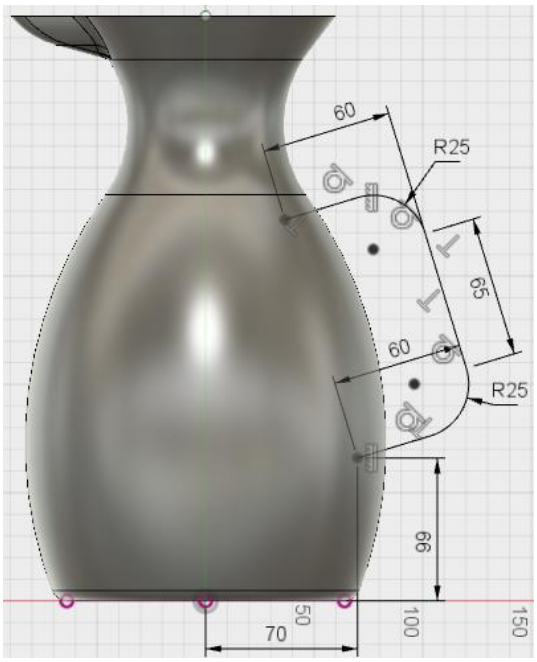
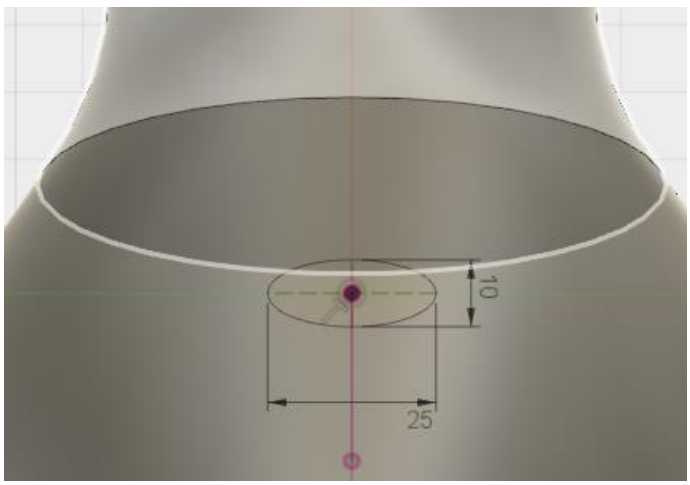
İşlem Basamakları	Öneriler
➢ İki boyutlu çizim yapınız.	➢ Sürahinin profili şekildeki gibi yarım olarak çizilip sonra üst kısmı silinerek profil hazır hâle getirmelisiniz. 

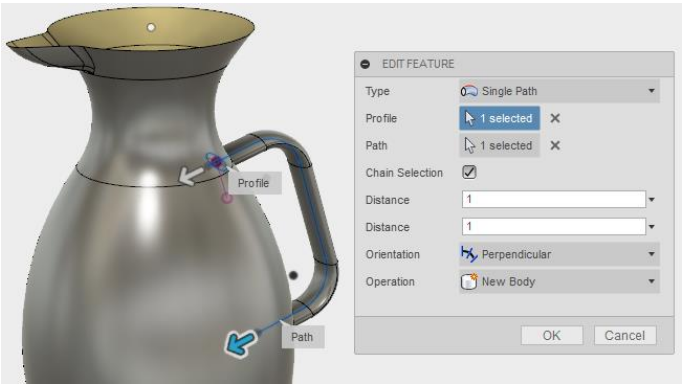
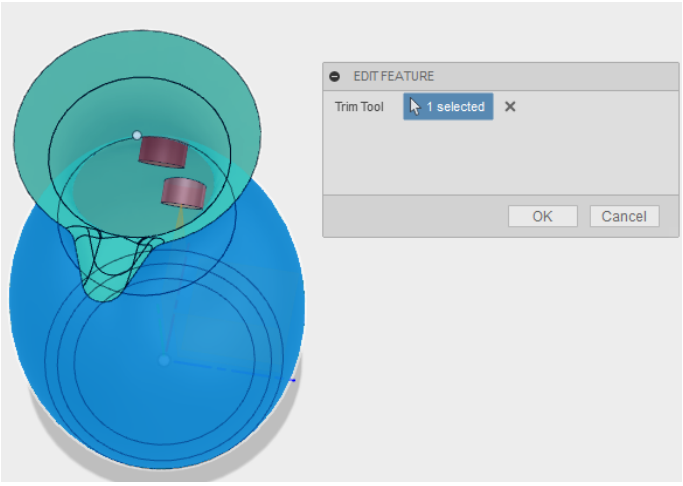
➢ **Revolve** komutu ile gövdeyi oluşturunuz.	➢ **Revolve** komutu ile önce profili sonra **Axis** olarak orta ekseni seçerek gövde kısmını oluşturmalısınız. 
➢ Gaganın profilini oluşturunuz.	➢ Üst daireyi seçerek **Point at center of circle** komutu ile bir merkez noktası oluşturmalısınız. ➢ **Offset Plane** komutunu seçerek önce **XZ plane** düzlemini daha sonra da oluşturduğunuz düzlemi seçerek **Plane** oluşturmalısınız. ➢ Oluşturduğunuz plane üzerinde sketch açarak gaga kısmının üst profilini oluşturmalısınız. 

➢ Gaganın profilinin oluşturunuz.	➢ **XY Plane** düzleminde bir sketch açarak oluşturduğunuz önceki sketch ve gövdenin boğum kısmının iz düşümünü düşürmelisiniz. ➢ Bu iz düşümleri **Sketch palette** menüsünde yer alan **Construction** ile kesik çizgi hâline getirmelisiniz. Çizginin ucundan gövdenin boğumuna değin yol çizgisini oluşturmalısınız. 
➢ **Sweep** komutu ile gagayı oluşturunuz.	➢ **Sweep** komutunu kullanarak, **Chain Selection** seçili iken profil ve yol seçimlerini yapmalısınız. ➢ **Orientation** kısmından **Parallel** seçimini yaparak gaga kısmını oluşturmalısınız. 

➢ **Trim** ile budayınız.	➢ **Trim** komutunu kullanarak **Trim Tool** seçimi ile **Trim** sınırı olarak önce gövdeyi seçmelisiniz. ➢ Ardından kırpılacak olan gaganın içte kalan kısmını seçmelisiniz. 
	➢ **Trim** komutunu kullanarak **Trim Tool** seçimi ile **Trim** sınırı olarak önce gagayı seçmelisiniz. ➢ Ardından kırpılacak olan gövdenin içte kalan kısmını seçmelisiniz. 

➢ **Stitch** ile yüzeyleri dikiniz.	➢ **Stitch** komutu ile gövde ve gaga kısımlarının yüzeylerini birleştirmeli ya da dikmelisiniz. ➢ Yeşil çizgi dikilecek alanı oluşturacak. Kontrol etmelisiniz. 
➢ **Fillet** ile kavisleri oluşturunuz.	➢ **Fillet** komutu ile gaga ve gövde arasına **10 mm** kavis atmalısınız.  

➢ Sap yolunun çiziniz.	➢ **XY Plane** düzleminde sketch açarak verilen ölçülerde yolu oluşturmalısınız. 
➢ Sap profilini çiziniz.	➢ **Plane Along Path** seçimi ile kol ekseninin ucuna **Plane** oluşturmalısınız. ➢ Oluşan plane içinde sketch oluşturarak kulp kesitini çizmelisiniz. 

➢ **Sweep** ile sapı oluşturunuz.	➢ **Sweep** komutunu kullanarak kolu oluşturmalısınız. Unutmayın, burada **Perpendicular** seçimini yapmalısınız. 
➢ **Trim** ile budayınız.	➢ Gövdenin içine uzanan fazlalıkları **Trim** komutu ile kırpmalısınız. Dilerseniz kulp ile gövde kesişimlerine **3 mm** ölçüsünde **Fillet** atabilirsiniz. 

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İki veya daha fazla geometrik şekil arasında yüzey oluşturmak için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Trim Surface
B) Sweep Surface
C) Loft
D) Filled Surface

2. Yüzeylere kalınlık vererek katı model hâline getirmek için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Thicken
B) Sweep Surface
C) Loft Surface
D) Extrude Surface

3. Yüzeyleri birbirine dikmek/birleştirmek için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Curve Through XYZ Point
B) Composite Curves
C) Project Curve
D) Stitch

4. Yüzey modelleme komutlarının açıldığı araç çubuğu aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sketch
B) Create
C) Features
D) Weldments

5. İki boyutlu nesneleri bir eksen etrafında döndürerek yüzey model oluşturmak için kullanılan komut aşağıdakilerden hangisidir?
A) Revolve
B) Extruded Surface
C) Sweep Surface
D) Loft Surface

6. Seçilen açık ya da kapalı bir profili belirlenen yol boyunca süpürerek yüzey model oluşturulması için kullanılan komut aşağıdakilerden hangisidir?
A) Revolved Surface
B) Extruded Surface
C) Sweep
D) Loft Surface

7. Bir yüzeyin üzerine bir ayrıtı veya sketch görüntüsünü iz düşürerek yüzeyi bölmek için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Planar Surface
B) Split Face
C) Fillet Surface
D) Ruled Surface

8. Seçilen nesnelerin arasını doldurarak yüzey oluşturmak için kullanılan komut aşağıdakilerden hangisidir?
A) Patch
B) Filled Surface
C) Offset Surface
D) Ruled Surface

9. Bir yüzeyi veya kenarlarını belirlenen uzatma tipine göre uzatmak için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Offset Surface
B) Extend
C) Ruled Surface
D) Planar Surface

10. Bir yüzeyin çakıştığı bir diğer yüzey kullanılarak budanması/kırpılması için aşağıdaki hangi komut kullanılır?
A) Trim Surface
B) Thick Cut
C) Thick surface
D) Trim

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılattırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, gerekli ortam sağlandığında, **CAD** programları arasında veri transferi işlemlerinin nasıl gerçekleştirildiğini ve değişik **CAD** yazılımları ile oluşturulmuş verilerin hangi formatlarla başka sistemlere aktarılabileceğini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

- CAD / CAM programlarının dosya uzantılarını araştırınız.
- CAD / CAM programlarının veri dönüşümleri hakkında bilgi toplayınız.
- Değişik uzantılardaki dosya yapılarını birbirine göre avantaj ve dezavantajlarını araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.CAD / CAM PROGRAMLARI ARASINDA VERİ DÖNÜŞÜMLERİ

2.1. Veri (Data) Dönüşümün Gerekliliği

CAD / CAM (bilgisayar destekli tasarım / üretim) yazılımlarının günden güne sayısının artmasıyla, yazılımlar arasında veri transferi yapabilmek için ortak dosya yapılarına ihtiyaç vardır. Fakat her programın kendine özgü veri yapısı olması nedeniyle yazılımlar arasında veri paylaşmak oldukça zordur. Üretimin değişik alanlarında yer alan firmalar birbirinden farklı yazılımlar kullandıklarında birbirleri ile veri iletişiminde bulunduklarında sorunlar yaşamaktadır.

CAD programları verilerini **CAM** programlarına aktararak **CNC** tezgâhlarında gerekli kodları türetebilmek amacıyla ortak kullanılan veri formatları oldukça avantaj sağlamaktadır.

CAD /CAM yazılımlarının veri tipleri ikiye ayırabilir.

- **Özgün (Native) veri formatı**: **CAD / CAM** programının kendine özgü veri yapısıdır.
- **Tarafsız / nötr (neutral)**: Farklı **CAD / CAM** yazılımları veya sistemleri arasında ortak veri paylaşımını sağlayan veri yapısıdır.

CAD / CAM yazılımları arasında kullanılan tarafsız veri dosya tipleri ve özellikleri aşağıda anlatılmıştır.

2.2. DXF (*.dxf) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

DXF (drawing exchange format-çizim dönüştürme formatı) sadece iki boyutlu çizimlerin farklı CAD yazılımları arasında aktarılması için kullanılır. Üç boyutlu katı veya yüzey model verilerini içermez. DXF olarak kaydedilen dosyaların uzantısı *.dxf şeklindedir. Programlar arasında teknik resim verisi paylaşılacaksa DXF dosya yapısı kullanılması daha uygundur.

2.3. IGES (*.iges, *.igs, *.ige) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

IGES (ınitial graphics exchange specification- grafik başlangıç değişimi tanımı) CAD / CAM sistemleri arasında ürün verisi iletişimi kavramına hitap etmek için geliştirilmiş ilk standart değişim biçimidir. Düşük seviyeli bir ortak formattır. Geometrik veriler dışında bilgi yoktur. Başarısı uygulama ve CAM verisine bağlıdır. Verilerin geometrik şekiller ve yüzeyler şeklinde aktarılmasını sağlar. Dosya uzantısı *.iges, *.igs, *.ige şeklinde karşımıza çıkabilir.

1979 yılında endüstri konsorsiyumu desteğiyle geliştirilmiştir. Güncel sürümü 5,3, en son geliştirilen ise 6,0 sürümüdür. Veri değişimi esnasında genellikle karşımıza şu seçeneklerle çıkabilir:

- **Entity Type 144** (Nesne Tipi 144): Trimmed Surface (Budanmış Yüzeyler)
- **Entity Type 186** (Nesne Tipi 186): B-REP Solid (B-REP Katı)

2.4. STEP (*.step, *.stp, *.ste) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

STEP (Standart for Exchange of Product Model Data ISO 10303 - Ürün Modeli Verileri için Dönüştürme Standardı), ISO'nun IGES, DXF, SET ve VDAFS yerine önerdiği dönüşüm formatıdır.

IGES'e göre ciddi bir gelişim söz konusudur fakat hâlen toleranslar ve sistemlerin farklı yorumlamalarından kaynaklanan problemler mevcuttur. STEP ilk olarak 1984 senesinde önem kazanmış, ilk standartlar 1994'te çıkarılmıştır. Standartlaştırma işleminin gelişme sürecinde teknik bilgileri devam ettirmemesi nedeniyle STEP ticari CAD sistemlerinde en son işlevsel özellikleri yansıtamamıştır.

STEP ürünün geometrik bilgilerini de üretim süreci bilgileri gibi barındırır fakat tasarım parametreleri, özelliklerini ve tasarım amaçlarını dönüştüremez. STEP veri formatıyla üç boyutlu katı yüzey model bilgileri farklı sistemler arasında transfer edilebilir. STEP olarak kaydedilen dosyaların uzantıları *.step, *.stp, *.ste şeklinde karşımıza çıkabilir. STEP veri değişim standardı iki farklı yapıda karşımıza çıkabilir.

AP-203: Üç boyutlu tasarımla ilgili parça ve montaj bilgilerini içermektedir.

AP-214: AP-203 desteklediği özelliklerle birlikte katman, renk ve diğer bazı özellik bilgilerini içerir.

2.5. ACIS SAT (*.sat, *.sab) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

ACIS Spatial Teknolojileri firması tarafından geliştirilmiş **B-REP** tabanlı bir katı modelleme motorudur. Birçok PC temelli katı model yazılımı bu altyapıyı kullanmaktadır. ACIS motoru yardımıyla oluşturulan modellerin geometrik şeklilerinin matematik bilgileri meydana getirilir. Oluşturulan bilgiler *.sat, *.sab dosya uzantısı biçiminde saklanır. **ACIS SAT** dosya formatı farklı sistemler arasında katı model dosyaların aktarılması için kullanılabilir.

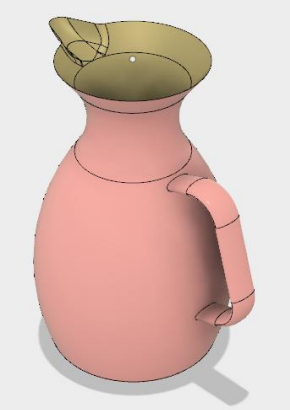
2.6. STL (*.stl) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

STL (Stereolithography) dosya yapısı ASCII yapısında veya imalat sektöründe kullanılmak üzere BINARY yapıda bir dosyadır. Oluşturulan katı modeli üçgen yüzeyler şeklinde muhafaza eder. Veriyi oluşturan üçgen sayısı ne kadar fazla olursa modelin hassasiyeti de o kadar iyi olur ve daha başarılı bir model elde edilmiş olur.

Dosya uzantısı *.stl‟dir. Bu dosya yapısı daha çok tersine mühendislik uygulamalarında, hızlı prototipleme cihazlarında veri girdisi olarak ve farklı CAD / CAM yazılımları arasında veri transferi yapmakta kullanılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Daha önce modelini oluşturduğunuz sürahi adlı parçayı değişik veri standartlarında kaydediniz ve kaydettiğiniz formatlarda tekrar **CAD** yazılımında açınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ **"DXF"** olarak bir dosya kaydediniz.	➢ Bir dosyayı **DXF** olarak kaydedebilmek için öncelikle kaydedilecek verinin teknik resim bilgisi içerdiğine dikkat edilmelidir. ➢ Teknik resim verisini **File > Save As** seçeneği seçilerek açılan iletişim penceresinden ***.dxf** seçilir ve dosyaya isim verilerek kaydetme işlemi yapılabilir.
➢ **"IGES"** olarak bir dosya kaydediniz.	➢ Oluşturulan yüzey veya katı modeli **File** > **Save As** seçeneği seçilerek açılan iletişim penceresinden ***.iges** seçilir ve dosyaya isim verilerek kaydetme işlemi yapılabilir.
➢ **"STEP"** olarak bir dosya kaydediniz.	➢ Oluşturulan yüzey veya katı modeli **File** > **Save As** seçeneği seçilerek açılan iletişim penceresinden ***.step** seçilir ve dosyaya isim verilerek kaydetme işlemi yapılabilir.
➢ **"ACIS SAT"** olarak bir dosyayı kaydediniz.	➢ Oluşturulan yüzey veya katı modeli **File** > **Save As** seçeneği seçilerek açılan iletişim penceresinden ***.sat** seçilir ve dosyaya isim verilerek kaydetme işlemi yapılabilir.
➢ **"STL"** olarak bir dosya kaydediniz.	➢ Oluşturulan yüzey veya katı modeli **File** > **Save As** seçeneği seçilerek açılan iletişim penceresinden ***.stl** seçilir ve dosyaya isim verilerek kaydetme işlemi yapılabilir.
➢ **"CAD"** programında veri değişim standardı dosyalarını açınız.	➢ Herhangi bir uzantıdaki bir veri değişim dosyasını bir **CAD / CAM** yazılımında açabilmek için "**Open**" veya "**Import**" seçenekleri kullanılarak açılacak dosya uzantısı belirtilir ve istenen dosya seçilerek açılması sağlanabilir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. AutoCAD programında aşağıdaki dosya uzantılarından hangisi açılabilir?
A) DWG
B) STL
C) IGES
D) ACIS SAT

2. Aşağıdaki programlardan hangisi bir CAD / CAM yazılımı değildir?
A) Solidworks
B) Mastercam
C) Microsoft Office
D) AutoCAD

3. Üç boyutlu katı veya yüzey model verilerini içermeyen iki boyutlu çizimlerin farklı CAD yazılımları arasında aktarılması için kullanılan dosya uzantısı aşağıdakilerden hangisidir?
A) STL
B) DXF
C) IGES
D) ACIS SAT

4. Farklı sistemler arasında katı model dosyaların aktarılması için aşağıdaki hangi dosya uzantısı kullanılır?
A) STEP
B) STL
C) IGES
D) ACIS SAT

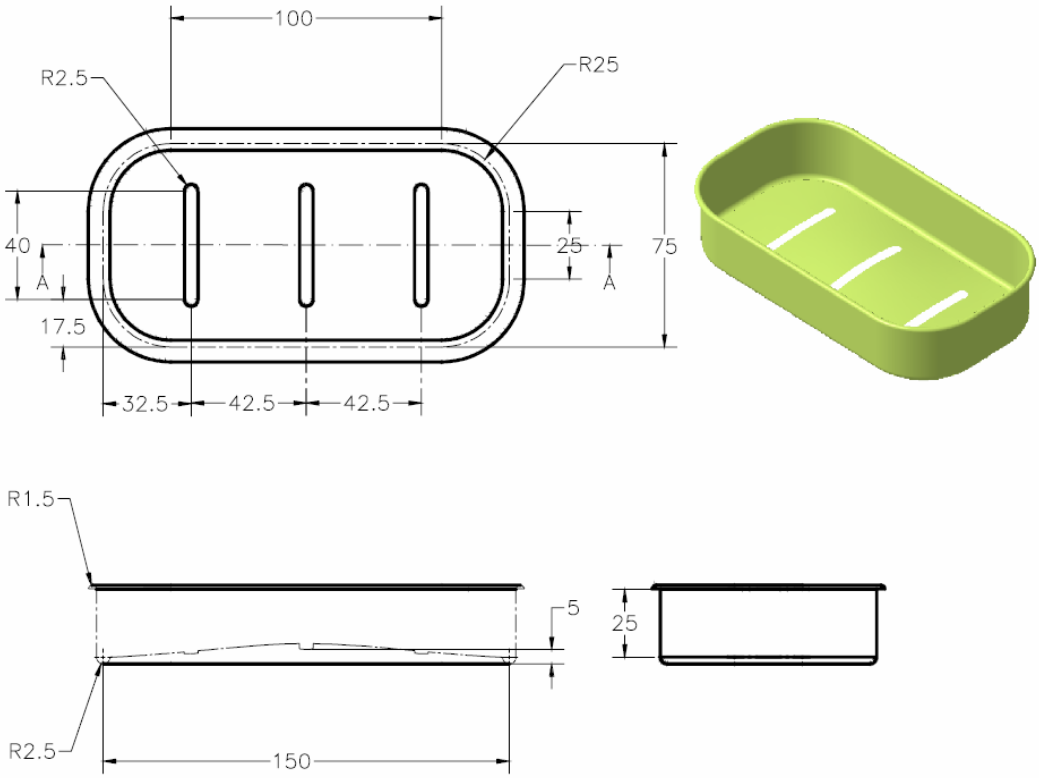
5. Tersine mühendislik uygulamalarında, hızlı prototipleme cihazlarında veri girdisi olarak ve farklı CAD / CAM yazılımları arasında veri transferi yapmakta kullanılan dosya uzantısı hangisidir?
A) STL
B) ACIS SAT
C) DXF
D) STEP

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılattırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise **modül değerlendirme**ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda teknik resmi verilen modeli CAD yazımında yüzey model olarak oluşturunuz.



CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	B
5	A
6	C
7	B
8	A
9	B
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	D
5	A

KAYNAKÇA

- **www.tasarimveteknik.com/**